

**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS  
CAMPUS TIMÓTEO**

Ariadne Almeida Oliveira

**MODELAGEM TECNOMATEMÁTICA DA DINÂMICA DE MUDANÇA  
DO PESO CORPORAL EM HUMANOS ADULTOS**

**Timóteo**

**2019**

**Ariadne Almeida Oliveira**

**MODELAGEM TECNOMATEMÁTICA DA DINÂMICA DE MUDANÇA  
DO PESO CORPORAL EM HUMANOS ADULTOS**

Monografia apresentada à Coordenação de Engenharia de Computação do Campus Timóteo do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Computação.

Orientador: Rutele R. Caldeira Moreira

Timóteo

2019

Ariadne Almeida Oliveira

**MODELAGEM TECNOMATEMÁTICA DA DINÂMICA DE MUDANÇA DO PESO CORPORAL EM HUMANOS ADULTOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Computação do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, campus Timóteo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro de Computação.

Trabalho aprovado. Timóteo, 08 de agosto de 2019:



---

Profa. Dra. Rutyele R. Caldeira Moreira  
Orientador



---

Prof. Me. Douglas Nunes Oliveira  
Professor Convidado



---

Prof. Me. Júlio Cesar de Jesus Onofre  
Professor Convidado

Timóteo  
2019

Dedico ao meu marido Julião Gonçalves Neto  
que sempre esteve ao meu lado.

# Agradecimentos

Agradeço aos meus pais J3sus Ant3nio de Oliveira e L3cia Helena de Almeida Oliveira que sempre incetivaram-me a estudar, aos meus amigos e familiares que souberam compreender a minha aus3ncia em muitos momentos, a minha professora Deisymar Botega pela paci3ncia e disponibilidade e a minha orientadora Rutyle R. Caldeira Moreira que sempre soube me mostrar o caminho certo. Aos participantes da pesquisa, que fizeram a conclus3o desse trabalho poss3vel. Aos funcion3rios da conserva3o, t3cnicos administrativos e bibliote-c3rios que acompanharam meu desenvolvimento dia-a-dia. E por fim aos novos amigos que fiz durante essa jornada acad3mica, que fizeram os dias de estudos mais leves.

*“O que prevemos raramente ocorre; o que menos esperamos geralmente acontece”.*  
*Benjamin Disraeli*

# Resumo

Observa-se nas últimas décadas o crescimento da obesidade na população brasileira, o que tem sido uma preocupação para os profissionais da saúde devido as complicações que a obesidade pode trazer à saúde dos indivíduos, por isso, o assunto ganhou espaço entre os programas de saúde pública do governo. Entender a dinâmica de mudança do peso corporal é de grande relevância no sentido de objetivar o sucesso das ações de emagrecimento de humanos adultos. A tarefa de manter o peso corporal pode parecer fácil, porém pesquisadores já apontaram a complexidade que envolve esse processo, tendo em vista a diversidade de características do funcionamento do corpo humano. O presente trabalho trás um modelo matemático que representa essa dinâmica de mudança do peso corporal de humanos adultos que é resultado de uma revisão sistemática da literatura. O trabalho conta ainda com o desenvolvimento de uma solução tecnomatemática do modelo escolhido, a realização de uma análise qualitativa do modelo matemático realizada através de entrevistas com especialistas e usuários comuns, após os mesmos realizarem um teste com a ferramenta tecnomatemática desenvolvida. O resultado da análise qualitativa demonstrou que a ferramenta pode ser usada para auxiliar na tomada de decisões e servir de instrumento de acompanhamento para pacientes em processo de emagrecimento.

**Palavras-chave:** peso corporal, modelo matemático, análise modelo, metabolismo.

# Abstract

In recent decades, the rise of obesity in the Brazilian population has been observed, which has been a concern for health professionals due to the complications that obesity can bring to the health of individuals, thus the subject has gained space among the governmental public health programs. Understanding the dynamics of body weight change is of great relevance in order to objectify the success of weight loss actions of adult people. The task of maintaining the body weight may seem easy, but researchers have already pointed to the complexity that involves this process, given the diversity of characteristics of the human body functioning. This paper presents a mathematical model that represents this dynamics of body weight change in adult humans which is the result of a systematic literature review. The work also includes the development of a technomathematical solution of the chosen model, a qualitative analysis of the mathematical model carried out through interviews with ordinary users and specialists, after performing a test with the developed technomathematic tool. The result of the qualitative analysis showed that the tool can be used to assist in decision making and as a follow-up tool for patients in the weight loss process.

**Keywords:** body weight, mathematical model, model analysis, metabolism.

# Lista de ilustrações

Figura 1 – Procedimentos metodológicos . . . . .	23
Figura 2 – Cronograma . . . . .	27
Figura 3 – Primeira Etapa . . . . .	34
Figura 4 – Segunda Etapa . . . . .	35
Figura 5 – Terceira Etapa . . . . .	35
Figura 6 – Resultado . . . . .	36
Figura 7 – Modo Expert Modo 1 . . . . .	37
Figura 8 – Modo Expert Modo 2 . . . . .	38

# Lista de tabelas

Tabela 1 – Termos de Busca . . . . .	25
Tabela 2 – Constantes . . . . .	32
Tabela 3 – Parâmetros de entrada . . . . .	33
Tabela 4 – Protocolo de entrevista . . . . .	39
Tabela 5 – Identificação dos Participantes . . . . .	40
Tabela 6 – Atuação profissional dos participantes . . . . .	41
Tabela 7 – Você já fez uso de algum software para planejamento de dieta? . . . . .	41
Tabela 8 – Quais informações o software exibiu? . . . . .	42
Tabela 9 – O que você espera de um software de auxílio à dieta? . . . . .	43
Tabela 10 – A ferramenta trouxe as informações que você esperava? . . . . .	44
Tabela 11 – Quais informações você achou mais relevantes? . . . . .	44
Tabela 12 – O que você achou da ferramenta? . . . . .	45
Tabela 13 – Se esta ferramenta estivesse disponível você usaria? . . . . .	45
Tabela 14 – Acha que ela poderia ser útil para tomada de decisões? . . . . .	46
Tabela 15 – Gostaria de fazer alguma crítica/sugestão? . . . . .	47

# Lista de abreviaturas e siglas

RSL	Revisão Sistemática da Literatura
TMB	Taxa Metabólica Basal
CI	Calorimetria Indireta
IMC	Índice de Massa Corporal

# Lista de símbolos

$\rho$	Letra grega Rho
$\beta$	Letra grega Beta
$\epsilon$	Letra grega Epsilon
$\delta$	Letra grega minúscula Delta
$\Delta$	Letra grega maiúscula Delta
$\alpha$	Letra grega Alpha
$\gamma$	Letra grega minúscula Gama
$\Gamma$	Letra grega maiúscula Gama
$\eta$	Letra grega Eta
$\phi$	Letra grega Phi
$\tau$	Letra grega Tau

# Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>14</b>
<b>1.1</b>	<b>Justificativa</b>	<b>14</b>
<b>1.2</b>	<b>Problema</b>	<b>15</b>
<b>1.3</b>	<b>Objetivos</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTOS TEÓRICOS E ESTADO DA ARTE</b>	<b>16</b>
<b>2.1</b>	<b>Resultados obtidos</b>	<b>16</b>
2.1.1	Conceitos necessários	16
2.1.1.1	Calorimetria	16
2.1.1.2	Metabolismo Basal	17
2.1.1.3	Dobras Cutâneas	17
2.1.1.4	Fator Injúria	17
2.1.1.5	Água duplamente marcada	17
2.1.1.6	Modelo matemático	18
2.1.1.7	Tecnomatemática	18
2.1.2	Crescente índice de obesidade da população brasileira	18
2.1.3	Estado da arte	19
2.1.3.1	Parte um	19
2.1.3.2	Parte dois	20
<b>3</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b>	<b>22</b>
<b>3.1</b>	<b>Revisão Sistemática da Literatura</b>	<b>22</b>
3.1.1	Bases de dados eletrônicas	24
3.1.2	Período do estudo	24
3.1.3	Critério de Inclusão e Exclusão	24
<b>3.2</b>	<b>Escolha de um modelo matemático</b>	<b>25</b>
<b>3.3</b>	<b>Desenvolvimento da ferramenta tecnomatemática</b>	<b>25</b>
<b>3.4</b>	<b>Análise qualitativa</b>	<b>26</b>
<b>4</b>	<b>DESENVOLVIMENTO</b>	<b>28</b>
<b>4.1</b>	<b>Extração dos dados da RSL</b>	<b>28</b>
<b>4.2</b>	<b>Desenvolvimento da Ferramenta Tecnomatemática</b>	<b>32</b>
4.2.1	Resultado da ferramenta tecnomatemática	33
<b>4.3</b>	<b>Análise Qualitativa do Modelo Matemático</b>	<b>39</b>
4.3.1	Entrevista	39
4.3.2	Síntese dos dados (metanálise)	40
4.3.3	Análise dos Dados coletados	46
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>49</b>

<b>REFERÊNCIAS . . . . .</b>	<b>50</b>
<b>APÊNDICES</b>	<b>53</b>
<b>APÊNDICE A – ROTEIRO DA ENTREVISTA . . . . .</b>	<b>54</b>
<b>APÊNDICE B – TERMO DE ACEITE . . . . .</b>	<b>57</b>

# 1 Introdução

*“A Matemática não mente.  
Mente quem faz mau uso dela”.*  
*Albert Einstein*

O ganho de peso da população adulta tem sido considerado como uma questão de saúde pública mundial. O assunto ganhou importância entre as lideranças políticas, que por sua vez, têm investido em ações públicas para conscientização sobre atividades físicas e nutrição a fim de manter o peso ideal da população (SWINBURN et al., 2011). O entendimento da dinâmica de transformação de peso corporal tem grande importância para objetivar o sucesso das ações de emagrecimento de humanos adultos (HALL, 2010). Atingir o peso ideal parece uma tarefa fácil, o senso comum nos diz que fazer uma dieta e praticar atividades físicas é o suficiente, porém, esta fórmula se aplica a todas as pessoas? Ao procurar um profissional da nutrição com a finalidade de atingir o peso ideal, geralmente depara-se com uma receita pronta de dieta que na maioria das vezes reduz de forma acentuada o consumo de calorias (MARTINS; TUFIK; MOURA, 2007). Na termodinâmica, caloria é definida como a quantidade de calor necessária para elevar em um grau, a temperatura de um grama de água, uma caloria equivale a 4186 joules (HALL et al., 2011). Neste sentido a energia fornecida por determinado alimento é absorvida da mesma forma por todos os indivíduos? A mesma atividade física praticada por seres distintos trás o mesmo gasto calórico? Existem Equações diferenciais e algoritmos computacionais que são utilizados para análise dessa problemática (MOREIRA, 2018), e são essas equações que o presente trabalho apresenta.

## 1.1 Justificativa

As técnicas aplicadas nos dias de hoje: Índice de Massa Corporal (IMC), circunferência da cintura entre outras, são consideradas simples, e não aconselha-se utilizá-las na análise da composição corporal e sim como índices que podem ser usadas para investigação da condição de obesidade (BERALDO, 2017). Considerando as diversas características da população humana em geral, e as diversas áreas da ciência que tentam entender de que forma o corpo reage a diversos estímulos, não é difícil inferir que a forma como o organismo reage a alimentação e a atividade física, leve em consideração diversos fatores, tornando essa dinâmica complexa e merecedora de estudos aprofundados, para assim trazer ao público informações que podem transformar a maneira como se relaciona o corpo e o gasto calórico.

Esta pesquisa justifica-se pela necessidade de se entender a dinâmica de transformação do peso corporal de humanos adultos, a fim de trazer para o processo de emagrecimento uma ferramenta que auxilie em tomadas de decisões mais acertadas (HALL et al., 2011).

## 1.2 Problema

A evolução da obesidade implica na criação de estratégias de ação de Saúde Pública, de modo especial ao controle e prevenção de doenças crônicas causadas por essa problemática em todas as camadas sociais da população. Por isso nesse trabalho a obesidade e a dificuldade do emagrecimento de humanos adultos tornam o problema na qual pretende-se apresentar uma ferramenta que auxilie no entendimento dessa problemática. Para nortear a construção deste estudo tem-se a seguinte questão de pesquisa: *De que forma os recursos matemáticos e computacionais podem auxiliar no entendimento da dinâmica de mudança do peso corporal em humanos adultos?* A partir dessa questão traça-se o objetivo do presente trabalho.

## 1.3 Objetivos

Selecionar uma solução matemática que modele a dinâmica da mudança do peso corporal em humanos adultos e realizar uma análise qualitativa da mesma.

Também, objetivam-se mais especificamente:

1. Realizar uma revisão bibliográfica sistemática dos modelos matemáticos existentes;
2. Desenvolver uma solução tecnomatemática que permita a realização da análise qualitativa;

Para responder à questão proposta e aos objetivos apresentados, seguir-se-á com a método apresentado no capítulo 3. O presente trabalho conta com uma revisão bibliográfica sistemática acerca dos modelos matemáticos e tecnológicos que representam a dinâmica do fenômeno de mudança do peso corporal em humanos adultos e a análise qualitativa da ferramenta tecnomatemática desenvolvida a partir do modelo matemático selecionado pela revisão (MOREIRA, 2018). Segundo Ribeiro Caldeira Moreira e Nascimento Moreira (2016), entende-se por solução tecnomatemática "toda e qualquer teoria, ciência, lei, conceito, método ou técnica, em todas as suas dimensões e possibilidades de ações instrumentais, que estejam relacionados à Matemática", a pesquisa utilizará desse conceito para entender como a matemática e a tecnologia estão aliados para resolução dos problemas cotidianos.

Espera-se que o resultado produzido seja utilizado por pessoas e profissionais da saúde no sentido de trazer conhecimento e ajudar no processo de emagrecimento em busca de evitar problemas causados pela obesidade.

A questão limitante dessa pesquisa é o tempo escasso para realização de uma pesquisa empírica que valide o modelo e até mesmo sugerir uma melhoria da solução encontrada. Pode-se definir tal validação como um trabalho futuro, juntamente com o desenvolvimento da solução tecnomatemática *mobile*.

## 2 Fundamentos teóricos e estado da arte

*“O período de maior ganho em conhecimento e experiência é o período mais difícil da vida”.*

*Dalai Lama*

Este capítulo visa estabelecer um embasamento teórico, realizando uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) dos aspectos que envolvem a mudança de peso corporal em humanos adultos e os modelos matemáticos que descrevem esse fenômeno, bem como a atual situação das soluções tecnomatemáticas acerca dessa problemática. Para tanto, revisaremos alguns conceitos necessários para o entendimento desta dinâmica, a saber: calorimetria, metabolismo basal, água duplamente marcada, dobras cutâneas, fator injúria, modelo matemático e tecnomatemática. Adicionalmente discorreremos brevemente sobre a situação do índice de obesidade da população brasileira. O resultado deste capítulo é produto dos métodos para elaboração de revisão sistemática itens 2 e 3, de acordo com Galvão e Pereira (2014), conforme capítulo de Procedimentos Metodológicos seção 3.1.

A pesquisa bibliográfica, ou de fontes secundárias, abrange toda bibliografia já tornada pública em relação ao tema de estudo, desde publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, livros, pesquisas, monografias, teses, material cartográfico etc., até meios de comunicação oral: rádio, gravações em fita magnética e audiovisuais:...Sua Finalidade é colocar o pesquisador em contato direto com tudo o que foi escrito, dito ou filmado sobre determinado assunto, inclusive conferências seguidas de debates que tenham sido transcritos por alguma forma, quer publicadas, quer gravadas. (MARCONE; LOKATOS, 2010, p.166)

### 2.1 Resultados obtidos

Esta seção apresenta uma visão geral dos estudos que foram selecionados pelos processos de inclusão e exclusão, ver no capítulo Procedimentos Metodológicos seção 3.1. Em seguida, serão apresentados e discutidos os resultados relacionados à questão de pesquisa.

#### 2.1.1 Conceitos necessários

Alguns conceitos são utilizados por diversos autores que tratam sobre o assunto, por isso suas definições se fazem necessárias a fim de auxiliar o entendimento deste trabalho, tendo em vista que o assunto envolve temáticas não comuns ao curso de Engenharia de Computação. Essa seção tem por finalidade trazer tais conceitos.

##### 2.1.1.1 Calorimetria

Introduzida no início do século XX, a calorimetria indireta teve papel fundamental na investigação do metabolismo dos seres vivos. A calorimetria indireta mede a produção de ener-

gia a partir das trocas gasosas do organismo com o meio ambiente. Segundo Diener (1997) a denominação indireta indica que a produção de energia, diferentemente da calorimetria direta que mede a transferência de calor do organismo para o meio ambiente, é calculada a partir dos equivalentes calóricos do oxigênio consumido e do gás carbônico produzido.

#### 2.1.1.2 Metabolismo Basal

Os seres humanos são sistemas termodinâmicos que necessitam de energia para manter sua organização e estão em constante troca com o meio ambiente (DIENER, 1997). A taxa metabólica basal (TMB) é uma das informações fisiológicas mais importantes em estudos nutricionais clínicos ou epidemiológicos, seja para determinar as necessidades energéticas ou calcular o gasto energético de indivíduos ou populações. Segundo Wahrlich e Anjos (2001) é a quantidade de energia necessária para a manutenção das funções vitais do organismo, sendo medida em condições padrão de jejum, repouso físico e mental em ambiente tranquilo com controle de temperatura, iluminação e sem ruído.

#### 2.1.1.3 Dobras Cutâneas

As dobras cutâneas pertencem ao grupo de medidas antropométricas, onde as medições são realizadas através do uso do adipômetro na pele humana em partes pré-definidas, como coxa e abdômen, por exemplo. Segundo Buonani et al. (2011) as dobras cutâneas são eficientes, pois fornecem estimativas mais precisas da gordura corporal e da massa livre de gordura. As dobras cutâneas tem importante papel no diagnóstico de disfunções fisiológicas, tais como a hipertensão arterial.

#### 2.1.1.4 Fator Injúria

O fator injúria quantifica o dispêndio energético de pessoas em situação de enfermidade.

As enfermidades clínicas e cirúrgicas, em geral, elevam o dispêndio energético como parte da resposta metabólica ao estresse que desencadeia nos pacientes. A elevação depende da gravidade da doença, da extensão da agressão sofrida pelo paciente, da presença de febre, do desenvolvimento de complicações como sepse e disfunção de múltiplos órgãos e das medidas terapêuticas adotadas. Após cirurgias eletivas, o dispêndio de repouso aumenta de 5% a 20%. Fraturas múltiplas, injúrias abdominais extensas, traumatismos do sistema nervoso central e infecções graves elevam o dispêndio energético de repouso 50% a 60% acima do previsto, enquanto que, nos grandes queimados, o dispêndio pode chegar ao dobro do previsto. (DIENER, 1997, p.246)

#### 2.1.1.5 Água duplamente marcada

Conhecido por sua alta precisão em medir o gasto energético de indivíduos de vida livre, o método da água duplamente marcada consiste na ingestão de água marcada com isótopos radioativos de oxigênio e hidrogênio. O isótopo de oxigênio é eliminado do corpo incorporado nas moléculas de dióxido de carbono e água, e o isótopo de hidrogênio é eliminado somente como água. A diferença entre os dois isótopos ingeridos, prediz a medida de pro-

dução de gás carbônico e assim indiretamente o gasto energético (SCHOELLER; SANTEN, 1982)

#### 2.1.1.6 Modelo matemático

Segundo Boyce (2010), entende-se por modelo matemático uma equação diferencial que descreve algum processo físico real, de forma a representar esse sistema e seu comportamento diante de situações a que são expostos, preservando suas características de modo que a solução encontrada seja semelhante à real. Já Sodré (2007), considera na área das ciências aplicadas, que um modelo matemático é normalmente uma simplificação do mundo real, porém suas características do mundo real devem aparecer no modelo, de modo que o seu comportamento seja igual ou semelhante aquele do sistema modelado.

Modelagem Matemática constituem espaços formativos nos quais os sujeitos engajados dirigem suas ações em prol do entendimento e da resolução de questões-problema não matemáticas, oriundas das mais variadas esferas da sociedade, utilizando, necessariamente, instrumentos matemáticos para auxiliá-los (Ribeiro Caldeira Moreira; Nascimento Moreira, 2016, p.2)

#### 2.1.1.7 Tecnomatemática

Um produto importante desse trabalho é a ferramenta tecnomatemática que une a tecnologia e a matemática para propor possíveis soluções para o problema da obesidade.

Será denominada por tecnomatemática toda e qualquer teoria, ciência, lei, conceito, método ou técnica, em todas as suas dimensões e possibilidades de ações instrumentais, que estejam relacionados à Matemática. É pretendido, assim, ressaltar as possibilidades de ações por meio da Matemática em e para si mesma, considerando a dimensão da usabilidade social, cultural e histórica, na qual a própria Matemática possa ser considerada como algo amalgamado às tecnologias, incluindo as tecnologias cibernéticas, podendo, então, ser entendida como uma tecnologia propriamente elaborada coletivamente no decorrer do processo de desenvolvimento humano, com o intuito de suprir as demandas postas em cada momento deste processo (Ribeiro Caldeira Moreira; Nascimento Moreira, 2016, p.3)

#### 2.1.2 Crescente índice de obesidade da população brasileira

Nas últimas décadas a população brasileira experimentou intensas transformações nas suas condições de vida, saúde e nutrição. Dentre as principais mudanças destaca-se a ascensão da obesidade. Estudos nacionais têm constatado o comportamento pouco uniforme do agravo no país. Dessa forma, diferenças regionais e entre grupos populacionais são evidenciadas. A obesidade avança em todas as faixas etárias e classes sociais, com impacto significativo nas mulheres inseridas nos estratos de menor renda. Nota-se, ainda a difusão da obesidade em todas as regiões geográficas, especialmente, no meio urbano. Tais resultados descrevem a magnitude da obesidade nos países em desenvolvimento e ressaltam a complexidade do perfil nutricional dessas populações. O Brasil tem seguido tendência semelhante a verificada nos outros países latino-americanos. Todas essas transformações têm imposto ao campo da saúde pública inegável desafio na atualidade (FERREIRA; Magalhães, 2014).

Segundo FRANCISCHI et al. (2000), a obesidade é provavelmente o mais antigo distúrbio metabólico, havendo relatos da ocorrência desta desordem em múmias egípcias e em esculturas gregas. Recentemente, a obesidade pôde ser considerada a mais importante desordem nutricional nos países desenvolvidos, tendo em vista o aumento de sua incidência: acredita-se que atinja 10% da população desses países e que mais de um terço da população norte-americana esteja acima do peso desejável. A obesidade está sendo considerada uma epidemia mundial, presente tanto em países desenvolvidos como em desenvolvimento. O aumento de sua incidência está distribuído em quase todas as raças e sexos, e atinge principalmente a população de 25 a 44 anos.

### 2.1.3 Estado da arte

Esta subseção descreve os modelos matemáticos encontrados através dos termos de busca utilizados, conforme tabela 1, bem como qual a atualidade dos estudos envolvidos nessa temática. Para melhor organização utilizou-se a técnica de fichamento com auxílio de um *software* de nome *Mendeley*<sup>1</sup>. A pesquisa gerou 10 arquivos, todos estão na base do Google Acadêmico, 8 Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e 2 Base Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD). A busca na base da Sociedade Brasileira de Matemática Aplicada e Computacional (SBMAC) não retornou resultado com os termos utilizados. A pesquisa conta ainda com um artigo proposto pela orientadora deste trabalho no CNMAC (Congresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional) que consta no prelo para próxima edição da revista do evento e também foi encontrado nas buscas realizadas com os termos na língua inglesa. Os resultados serão apresentados em duas partes, a primeira parte conta com os resultados da busca realizada com os termos na língua portuguesa e a segunda parte com os resultados encontrados com os termos de busca na língua inglesa.

Durante todo o processo de leitura, é fundamental que sejam feitas anotações. Conceitos-chaves e ideias novas devem ser anotadas sempre que forem detectadas na leitura. É necessário que se saiba de onde tais ideias e conceitos saíram. Em geral, inicia-se uma ficha de leitura, seja em papel, seja no computador, escrevendo a referência bibliográfica da obra sendo consultada. Em seguida são feitas as anotações relevantes (WAZLAWICK, 2008, p.27).

#### 2.1.3.1 Parte um

Segundo Venturini (2018), Beraldo (2017), entender que os seres humanos gastam energia até mesmo em repouso torna as equações preditivas para o gasto energético mais eficientes e atribuem a esse fenômeno o termo de Taxa de metabolismo basal (TMB) que pode ser medido através da Calorimetria indireta (CI) ou das *equações preditivas pra metabolismo energético*. Os dois autores utilizaram de técnicas que envolvem imagem de raio-x para modelar matematicamente o gasto energético de repouso, o que não é objetivo do presente trabalho.

Do mesmo modo Diener (1997) traz as mesmas equações de predição para gasto energético de repouso porem faz um estudo para pacientes infirmos com ênfase na CI.

Já Petroski e Neto (1995), Guedes e Guedes (1991), Glaner e R.Rodrigues-Anez (1999), trazem *equações de estimativa de gordura corporal*, porém ainda não se existe um

<sup>1</sup> <https://www.mendeley.com>

consenso da existência de uma única equação que possa ser usada para grupos de sujeitos com características diferentes, ou seja, devem apenas ser utilizadas naquele grupo onde foram validadas. Tais equações não entram no escopo desta pesquisa pois modelam a estimativa de gordura corporal e não o metabolismo.

Salem, Neto e Waissmann (2007) apresentam um conjunto de equações nacionais para estimativa da gordura corporal de brasileiros fazendo uma análise de cada uma e de suas limitações, como o próprio autor já disse, as equações possuem limitações, pois foram construídas e validadas para um grupo específico da população e trazem a abordagem do cálculo de gordura corporal.

### 2.1.3.2 Parte dois

O modelo matemático citado pela orientadora desse trabalho, considera as peculiaridades citadas pelos autores mencionados acima, considerando que o metabolismo humano requer um estudo de variáveis que levam em consideração as complexidades dessa dinâmica. Os autores Hall et al. (2011) propõem um modelo matemático<sup>2</sup>, considerando idade, sexo, altura, o nível de atividade física praticada e o nível que o indivíduo está disposto a praticar, o peso atual e o peso desejado. A equação que se destaca é:

$$\rho \frac{\partial BW}{\partial t} = \Delta EI - \epsilon (BW - BW_0) \quad (2.1)$$

Nessa equação  $\rho$  e  $\epsilon$  são parâmetros ligados ao peso  $BW$  no tempo,  $BW_0$  é o peso inicial e  $\Delta EI$  é a variação da energia fornecida.

Thiele et al. (2013) diz que uma compreensão do metabolismo é fundamental para compreender o comportamento fenotípico de todos os organismos vivos, incluindo seres humanos, onde o metabolismo é integral para a saúde e está envolvido em grande parte da doença humana e traz ainda uma plataforma que funciona como um mapa de endereços, com a função de descrever o caminho do metabolismo. O *software* de nome *ReconMaps*<sup>3</sup>, apesar de relevante, não se encaixa no escopo desse trabalho.

Lang et al. (2017) deduziu um modelo matemático com soluções baseadas em um probabilidade para a dinâmica do IMC, derivando uma forma teórica para a distribuição do IMC e oferecendo um mecanismo que pode explicar o alargamento da distribuição do IMC ao longo do tempo. Para desenvolver o modelo foi estudado 750.000 (setecentos e cinquenta mil) pessoas na cidade de Chicago, nos Estados Unidos da América. Como o modelo visa uma nova abordagem para o IMC e já citamos acima que o IMC é considerado uma das variáveis a ser utilizada para modelagem da dinâmica de mudança do peso corporal e não como a solução principal, a mesma então, não atende a questão de pesquisa desse trabalho.

Thomas et al. (2014) desenvolveu 2 modelos matemáticos com base na primeira lei da termodinâmica para investigar explicações plausíveis para alcançar um patamar de peso

<sup>2</sup> [https://www.niddk.nih.gov/research-funding/at-niddk/labs-branches/LBM/integrative-physiology-section/research-behind-body-weight-planner/Documents/Hall\\_Lancet\\_Web\\_Appendix.pdf](https://www.niddk.nih.gov/research-funding/at-niddk/labs-branches/LBM/integrative-physiology-section/research-behind-body-weight-planner/Documents/Hall_Lancet_Web_Appendix.pdf)

<sup>3</sup> <http://humanmetabolism.org>

ideal aos 6 meses. O primeiro, um modelo de adaptação de gasto de energia aplicado para determinar o grau de adaptação metabólica necessário para gerar este platô. O segundo, um modelo intermitente de falta de adesão formulado usando um termo de ingestão de energia flutuante responsável pela não-conformidade na ingestão dietética para atingir este o peso ideal. As equações que se destacam são:

$$ES = EI - EE \quad (2.2)$$

$$ES = EI - pEE \quad (2.3)$$

Nessas equações  $ES$  representa a taxa de energia armazenada ou perdida,  $EI$  é a energia ingerida,  $EE$  é a energia gasta em quilocalorias por dia e  $p$ , parâmetro que aparece na segunda equação, é parâmetro ligado ao aumento ou diminuição de  $EE$ .

Os modelos propostos por (THOMAS et al., 2014), investigam a perda de peso, no sentido de trazer um entendimento do porquê a mudança de peso significativa ocorre nos primeiros 6 (seis) meses e depois se estagna, tanto para pessoas que cumprem uma dieta rigorosa ou não, mostrando uma trajetória da perda em relação ao tempo, porém não traz a abordagem matemática do que ocorre após esse tempo, portanto não se encaixa no objeto desse trabalho.

Através das buscas realizadas nas bases eletrônicas escolhidas, conforme os termos de busca listados na tabela 1, pôde-se observar que existe uma carência na produção de estudos científicos acerca dessa temática no Brasil, porém, para fazer uma afirmação com maior embasamento seria necessário uma busca mais ampla, abrangendo outras plataformas eletrônicas.

## 3 Procedimentos metodológicos

*“Um bom começo é a metade”.*  
*Aristóteles*

Segundo Marcone e Lokatos (2010), método é o conjunto das atividades sistemáticas que permitem traçar o caminho a ser seguido auxiliando o pesquisador na tomada de decisões. A presente pesquisa é exploratória quanto à abordagem do problema e qualitativa quanto ao objetivo.

Para melhor compreensão e organização do trabalho, seguem abaixo os procedimentos metodológicos que norteiam a pesquisa:

1. reunir e estudar os principais trabalhos correspondente a questão de pesquisa, realizando uma RSL, cujo resultado pode ser encontrado no capítulo 2.1
2. selecionar um modelo matemático que modele a dinâmica da mudança do peso corporal em humanos adultos, resultado contido no capítulo de Desenvolvimento na seção 4.1. Neste caso utilizaremos o critério de atualidade, ou seja, dos modelos encontrados qual solução é a mais atual.
3. desenvolver uma ferramenta tecnomatemática que utilize a solução proposta no modelo matemático. O resultado dessa ferramenta encontra-se no capítulo Desenvolvimento na seção 4.2.1.
4. realizar uma análise qualitativa do *software* desenvolvido. Entende-se por análise qualitativa o processo de pesquisa que tem como ênfase a opinião particular do indivíduo que pode ser afetado por este estudo. Resultado dessa etapa pode ser conferido no capítulo Desenvolvimento na seção 4.3.

A matéria prima da pesquisa qualitativa é composta por um conjunto de substantivos cujos sentidos se complementam: experiência, vivência, senso comum e ação. E o movimento que informa qualquer abordagem ou análise se baseia em três verbos: compreender, interpretar e dialetizar. (MINAYO, 2012, p.2)

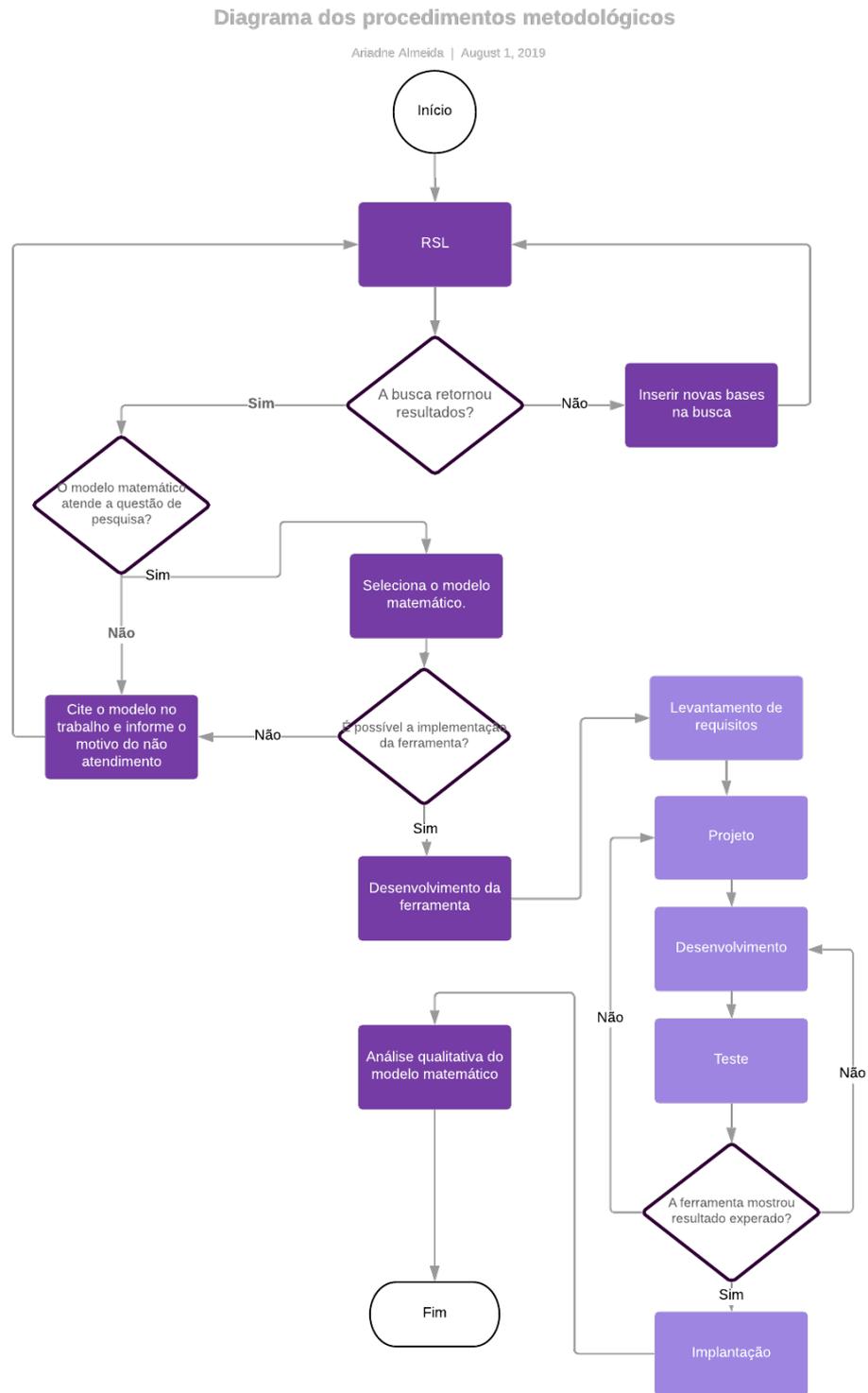
As etapas descritas no presente capítulo estão melhor detalhadas nas subseções a seguir e sintetizadas no cronograma conforme figura 1.

### 3.1 Revisão Sistemática da Literatura

Esse passo visa elucidar quais trabalhos se relacionam com o tema de pesquisa, afim de trazer um embasamento teórico e conseqüentemente a clareza do assunto abordado. A elaboração de uma RSL preveem os seguintes passos (GALVÃO; PEREIRA, 2014):

1. Elaboração da pergunta de pesquisa;

Figura 1 – Procedimentos metodológicos



Fonte: elaborada pela autora

2. Busca na literatura;
3. Seleção dos artigos;
4. Extração dos dados;
5. Avaliação da qualidade metodológica;
6. Síntese dos dados (metanálise);
7. Avaliação da qualidade das evidências;
8. Redação e publicação dos resultados.

Os itens citados acima foram realizados e divididos no decorrer da escrita do trabalho a saber: item 1, no capítulo de Introdução na seção 1.2; item 2 no capítulo de Fundamentos teóricos e estado da Arte 2; itens 3 e 4 no capítulo de Desenvolvimento na seção 4.1; itens 5, 6, 7 e 8 no capítulo de Desenvolvimento na seção 4.3.

### 3.1.1 Bases de dados eletrônicas

Para a realização desse levantamento bibliográfico, utilizamos para base de pesquisa, as plataformas eletrônicas CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior)<sup>1</sup>, BDTD (Base Digital Brasileira de Teses e Dissertações)<sup>2</sup>, SBMAC (Sociedade de Matemática Aplicada e Computacional)<sup>3</sup> e Google Acadêmico<sup>4</sup>, não foi definido uma data limite a primeira etapa, pois o objetivo desta é investigar quais são as pesquisas mais recentes. Para todas as bases de pesquisa utilizou-se os termos de busca conforme tabela 1.

### 3.1.2 Período do estudo

As pesquisas foram realizadas em uma primeira etapa somente com os termos de busca em português, nos dias 18, 19, 25 e 26 de setembro de 2018 e dia 01, 29 e 30 de outubro de 2018. No dia 26 de novembro de 2018, foi realizada a segunda etapa das buscas com os termos em inglês. Os resultados foram apresentados divididos pelo idioma utilizado na busca, possibilitando uma análise do que se tem produzido no Brasil acerca do assunto, considerando as bases de buscas utilizadas.

### 3.1.3 Critério de Inclusão e Exclusão

O critério para inclusão ou exclusão dos materiais encontrados nas bases pesquisadas se deu pela capacidade dos mesmos em responder a questão de pesquisa que norteia o presente trabalho, mesmo que parcialmente: *"De que forma os recursos matemáticos e computacionais podem auxiliar no entendimento da dinâmica de mudança do peso corporal em humanos adultos?"*

---

<sup>1</sup> <https://www.capes.gov.br/>

<sup>2</sup> <http://bdtb.ibict.br/vufind/>

<sup>3</sup> <https://proceedings.sbmac.org.br/sbmac>

<sup>4</sup> <https://scholar.google.com.br>

Tabela 1 – Termos de Busca

<b>Descrição da busca</b>
Dynamic Model of Body Weight Change
Equação Diferencial Taxa Metabólica
Equações Diferenciais Gasto Calórico
Equações para Estimativa de Gordura Corporal
Gasto Energético Taxa Metabólica
Mathematical Model Body Weight
Mathematical Model Metabolism
Model Body Weight
Modelagem Matemática Metabolismo Humano
Modelo Dinâmica de Mudança de Peso Corporal
Modelo Matemático Peso Corporal
Modelo Matemático Desequilíbrio Energético no Peso Corporal
Mudança de Peso Corporal Humano Equação

Fonte: Elaborada pela autora.

Para atender ao critério de inclusão e exclusão, foi realizada uma leitura rápida dos resumos dos primeiros 40 (quarenta) documentos listados como resposta de cada busca realizada, quando a busca retornou um número superior a 40 (quarenta) documentos nos resultados. Não se aplicou filtros nas buscas, ou seja, as mesmas retornam os resultados pelo critério de relevância utilizado pelas plataformas consultadas.

### 3.2 Escolha de um modelo matemático

A seleção de um modelo mais recente que se adeque ao tema e seja capaz de responder a questão de pesquisa deste trabalho permitindo uma implementação, ou seja, um modelo que seja possível conhecer suas variáveis e identificar seus papéis.

### 3.3 Desenvolvimento da ferramenta tecnomatemática

Nessa parte do trabalho encontram-se os passos a serem seguidos para a implementação da ferramenta tecnomatemática, afim de possibilitar a análise qualitativa. Os conceitos utilizados na construção do roteiro dessa etapa, são baseados no livro do autor Sommerville (2011), e adaptados ao entendimento da autora para a solução em questão.

#### 1. Levantamento de Requisitos.

A etapa de levantamento de requisitos tem foco nas funções que o *software* deve realizar, nesta etapa é preciso compreender como funciona o processo a ser informatizado, tal levantamento é feito por meio de entrevistas e visitas técnicas. Nesta pesquisa o levantamento de requisitos será realizado de acordo com o entendimento da autora a partir do modelo matemático escolhido como resultado da RSL.

## 2. Projeto

O projeto visa na organização da realização das necessidades diagnosticadas na fase de levantamento de requisitos e determina como seguirá todas as demais fases do projeto. Nessa fase são estabelecidos quantas pessoas serão envolvidas no desenvolvimento, as limitações, prazos, custos e ainda as ferramentas necessárias para a construção do *software*.

## 3. Desenvolvimento

É propriamente na etapa do desenvolvimento que o *software* é confeccionado, estabelecendo como as funcionalidades do sistema serão realizadas considerando suas restrições, respeitando as regras estabelecidas no levantamento de requisitos bem como os prazos definidos na fase de projeto.

## 4. Teste

O teste mostra se o *software* desenvolvido realiza as tarefas pelo qual foi construído e descobre as imperfeições da solução antes de ser liberado para o uso. Se o *software* não apresentar o comportamento esperado para uma determinada função o mesmo deve ser invalidado e voltará no processo para correção.

## 5. Implantação

A fase de implantação da ferramenta corresponde a entrega da solução construída, nessa etapa o *software* é instalado e executado estando disponível para uso. Neste trabalho a solução tecnomatemática estará pronta para a etapa de análise qualitativa.

### 3.4 Análise qualitativa

Segundo Minayo (2012) a análise qualitativa está baseada em premissas que divididas em passos ajudam em sua compreensão:

1. Compreender o universo estudado;
2. Definir o objeto sob a forma de uma pergunta;
3. Delinear as estratégias de campo;
4. Dirigir-se informalmente ao cenário de pesquisa, buscando observar os processos que nele ocorrem;
5. Ir a campo munido de teoria, mas aberto para questioná-las;
6. Ordenar e organizar o material, entedê-lo;
7. Classificar o material e uní-lo a teoria pesquisada;
8. Exercitar a interpretação;
9. Produzir um texto fiel aos achados do campo, contextualizado e acessível;
10. Assegurar os critérios de fidedignidade e de validade;

Figura 2 – Cronograma

Etapas	Meses												
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
1ª	x	x	x										
2ª				x	x	x							
3ª							x	x	x	x			
4ª											x	x	x

Fonte: elaborada pela autora

A autora Minayo (2012) diz ainda que, por se tratar se uma análise que envolve a interação do pesquisador em todo o processo, o mesmo precisa relatar todos os seus interesses e dificuldade na documentação do estudo.

Para a realização dos passos dos métodos supracitados tem-se o cronograma conforme figura 2.

## 4 Desenvolvimento

“O único lugar aonde o sucesso vem antes do trabalho  
é no dicionário.”  
Albert Einstein

Neste capítulo apresenta-se os itens 4, 5, 6, 7 e 8, conforme descrição no capítulo de metodologia seção 3.1. A construção da ferramenta tecnomatemática, desenvolvida à partir do modelo matemático obtido na extração dos dados resultantes da RSL, onde pode-se identificar as variáveis envolvidas nas equações e seus respectivos papéis, após, segue-se com o aplicação da análise qualitativa do mesmo, onde a coleta de dados se deu através de entrevistas semi-estruturadas. As entrevistas ocorreram após os participantes utilizarem o software.

Realizar entrevistas, sobretudo se forem semi-estruturadas, abertas, de histórias de vida etc. não é tarefa banal; propiciar situações de contato, ao mesmo tempo formais e informais, de forma a “provocar” um discurso mais ou menos livre, mas que atenda aos objetivos da pesquisa e que seja significativo no contexto investigado e academicamente relevante é uma tarefa bem mais complexa do que parece à primeira vista. (DUARTE, 2004, p.216)

### 4.1 Extração dos dados da RSL

Após a realização da busca na literatura onde os artigos encontrados foram estudados, o artigo que se destaca como resposta a questão de pesquisa deste trabalho é: *Quantification of the effect of energy imbalance on bodyweight* por Hall, Kevin D.Sacks, Gary Chandramohan, Dhruva Chow, Carson C. Wang, Y. Claire Gortmaker, Steven L. Swinburn, Boyd A., citado por 767 artigos, publicado na Biblioteca Nacional de Medicina dos Estados Unidos da América<sup>1</sup>.

O estudo desenvolvido pelos autores do artigo, pode ser consultado através do apêndice por eles disponibilizado <sup>2</sup> e discorreremos aqui. Para chegar ao modelo proposto os autores utilizaram a equação da dinâmica do hidrogênio, dinâmica do fluido celular relacionado a mudança de ingestão de sódio, dinâmica do tecido gordo e magro, considerando a energia ingerida e gasta, taxa de gasto total de energia, efeito térmico da alimentação, tempo para termogênese adaptativa, representação da atividade física e posteriormente fez a análise das mesmas equações considerando o estado estacionário da dieta, ou seja, quando a dieta para de fazer efeito, sendo necessário uma reavaliação mudando assim as equações para o modelo linear. O modelo matemático proposto é ainda capaz de prever, com base nos dados calculados, quantas calorias o indivíduo deverá consumir para manter o peso desejado.

Segundo (HALL et al., 2011), existem dois fatores importantes para a realização do estudo do metabolismo humano, o Glicogênio e o Sódio. Tais elementos estão intimamente ligados a mudança de ingestão de carboidratos, nas equações 4.1 e 4.2:

<sup>1</sup> <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21872751>

<sup>2</sup> [https://www.thelancet.com/cms/10.1016/S0140-6736\(11\)60812-X/attachment/2cf3d21d-9102-4f62-b0f8-ed923f20dab6/mmc1.pdf](https://www.thelancet.com/cms/10.1016/S0140-6736(11)60812-X/attachment/2cf3d21d-9102-4f62-b0f8-ed923f20dab6/mmc1.pdf)

$$\rho_G \frac{\partial G}{\partial t} = CI - k_G G^2 \quad (4.1)$$

$\rho_G = 17,6$  MJ/kg é a densidade de energia do glicogênio,  $CI$  calorimetria indireta,  $k_G = CIb/G_{init}$  onde  $CIb$  calorimetria indireta basal e  $G_{init}$  o glicogênio basal,  $G$  é o parâmetro a ser encontrado. Através dos estudos realizados com casos de superalimentação de carboidratos com  $CI$ , obteve-se a dinâmica do carboidrato no fluido intracelular corporal e observou-se que a cada 2,7 gramas de água existe 1 grama de glicogênio.

$$\frac{\partial ECF}{\partial T} = \frac{1}{[Na]} (\Delta Na_{diet} - \epsilon_{Na} (ECF - ECF_{init}) - \epsilon_{CI} \frac{(1 - CI)}{CI_b}) \quad (4.2)$$

Calculado através do efeito da ingestão de carboidrato e excreção renal do sódio o  $ECF$  é o fluido extracelular,  $[Na]=3,22$ mg/ml a concentração de sódio extracelular,  $\Delta Na_{diet}$  a alteração de consumo de sódio na dieta,  $\epsilon_{Na} = 3.000$  mg/L e  $\epsilon_{CI} = 4000$  mg/d.

Agora vejamos o papel do glicogênio na gordura corporal (F) e tecido magro (L) nas equações 4.3:

$$\begin{cases} \text{Equation(1)} : \rho_F \frac{\partial F}{\partial t} = (1 - p)(EI - EE - \rho_G \frac{\partial G}{\partial t}) \\ \text{Equation(2)} : \rho_L \frac{\partial L}{\partial t} = p(EI - EE - \rho_G \frac{\partial G}{\partial t}) \end{cases} \quad (4.3)$$

As equações da dinâmica do tecido gordo e tecido magro são responsáveis pelo armazenamento do glicogênio descrito na equação 4.1.  $EI$  é energia ingerida,  $EE$  energia gasta, o conteúdo energético por unidade de mudança de gordura corporal ou tecido magro é  $\rho_F = 39,5$  MJ/kg e  $\rho_L = 7,6$  MJ/kg, respectivamente  $p = C/C + F$  com  $C = 10,4$ kg  $\times \rho_L / \rho_F$ , se  $F$  não for conhecido, pode-se encontrá-lo através da altura  $H$ , idade  $age$  e peso corporal  $BW$ , para homens  $F_m$  e mulheres  $F_w$  respectivamente, conforme equações 4.4 a seguir:

$$\begin{cases} \text{Equation(1)} : F_m = \frac{BW}{100} [0,14 * age + 37,31 * \ln(\frac{BW}{H^2}) - 103,94] \\ \text{Equation(2)} : F_w = \frac{BW}{100} [0,14 * age + 39,96 * \ln(\frac{BW}{H^2}) - 102,01] \end{cases} \quad (4.4)$$

O tecido corporal magro  $L$  pode ser obtido através da simples diferença entre  $BW_0 - F_0 - ECF$ .

A taxa total de energia gasta  $EE$  citada na equação 4.3, é dada por:

$$EE = K + \gamma_F F + \gamma_L L + \delta BW + TEF + AT + \eta_L \frac{\partial L}{\partial t} + \eta_F \frac{\partial F}{\partial t} \quad (4.5)$$

Onde  $K$  é uma constante,  $\gamma_F = 13$  KJ/kg por dia e  $\gamma_L = 92$ kJ/kg por dia, são coeficientes de regressão relacionados ao metabolismo versus gordura gorporal e massa magra, respectivamente,  $\eta_F = 750$ kJ/kg e  $\eta_L = 960$ kJ são responsáveis pelas eficiências bioquímicas associadas à gordura e proteínas.

A mudança na alimentação resulta em mudanças no efeito térmico da alimentação  $TEF$  e na termogênese adaptativa,  $TA$ :

$$TEF = \beta_{TEF} \Delta EI \quad (4.6)$$

$$\tau_{AT} \frac{\partial AT}{\partial t} = \beta_{AT} \Delta EI - AT \quad (4.7)$$

$\beta_{TEF} = 0,1$ , segundo autor é uma suposição típica de 10 por cento de  $TEF$ ,  $\beta_{AT} = 0,14$ , determinado através do estudo de estado estacionário de perda de peso e  $\tau_{AT} = 14$  dias.

Vejamos agora a representação da atividade física na equação 4.8:

$$\delta = [(1 - \beta_{TEF}) * PAL - 1] \frac{RMR}{BW} \quad (4.8)$$

O parâmetro  $\delta \cong 30\text{kJ/kg}$  por dia corresponde a atividade física de uma pessoa sedentária média,  $PAL = 1,5$  nível de atividade física de uma pessoa sedentária e  $RMR$  taxa metabólica de repouso.

Como  $EE$  é parâmetro das taxas de mudança de  $L$  e  $F$  equações 4.3, podemos substituir na equação 4.5 e isolar o termo  $EE$ :

$$EE = \frac{K + \gamma_F F + \gamma_L L + \delta BW + TEF + AT + (EI - \rho_G \frac{\partial G}{\partial t}) [\frac{p\eta_L}{\rho_L} + (1-p) \frac{\eta_F}{\rho_F}]}{1 + \frac{p\eta_L}{\rho_L} + (1-p) \frac{\eta_F}{\rho_F}} \quad (4.9)$$

Segundo os autores, os níveis de glicogênio e fluído extracelular se estabilizam e a termogênese adaptativa se aproxima do estado estacionário após as primeiras semanas de uma mudança de dieta. Portanto tais termos tornam-se insignificantes nas equações 4.3 e 4.9, o que possibilita a equação da mudança de peso na versão linearizada, equação 4.10:

$$\left[ \frac{\eta_F + \rho_F + \alpha\eta_L + \alpha\rho_L}{(1-\beta)(1+\alpha)} \right] \frac{\partial BW}{\partial t} = \Delta EI - \frac{1}{(1-\beta)} \left[ \frac{\gamma_F + \alpha\gamma_L}{(1+\alpha)} + \delta \right] (BW - BW_0) \quad (4.10)$$

O parâmetro  $\beta = \beta_{AT} + \beta_{TEF}$ ,  $\alpha$  a relação entre a alteração de massa magra e massa gorda. Para pequenas mudanças de peso,  $\alpha$  pode ser considerado como constante com  $F$  fixado em seu valor inicial  $F_0$ . Quanto maior a massa gorda inicial, menor será o  $\alpha$ :

$$\rho \frac{\partial BW}{\partial t} = \Delta EI - \epsilon (BW - BW_0) \quad (4.11)$$

$\rho$  é uma densidade de energia associada à mudança ao peso desejado  $BW$ , equação 4.12, e  $\epsilon$  é um parâmetro que define como gasto de energia também depende do  $BW$ , equação 4.13

$$\rho = \frac{\eta_F + \rho_F + \alpha\eta_L + \alpha\rho_L}{(1-\beta)(1+\alpha)} \quad (4.12)$$

$$\epsilon = \frac{1}{(1-\beta)} \left[ \frac{\gamma_F + \alpha\gamma_L}{(1+\alpha)} + \delta \right] \quad (4.13)$$

Portanto, a equação linearizada pode ser escrita como:

$$\frac{\partial BW}{\partial t} = \Delta EI/\rho - (BW - BW_0)/\tau \quad (4.14)$$

Onde a constante de tempo  $\tau = \rho/\epsilon$ , define a escala de tempo, equação 4.15, característica da mudança de peso:

$$\tau = \frac{\eta_F + \rho_F + \alpha(\eta_L + \rho_L)}{\gamma_F + \delta + \alpha(\gamma_L + \delta)} \quad (4.15)$$

Podemos observar que o parâmetro de atividade física  $\delta$ , está apenas no denominador, mostrando que o tempo da contante diminui para aumentar a atividade física. Portanto a atividade física acelera a perda de peso no estado estacionário. A ligação entre a constante de tempo e a composição corporal inicial se dá através da relação entre a alteração de massa magra e massa gorda  $\alpha$ .

$$\frac{\partial \tau}{\partial \alpha} = \frac{(\eta_L + \rho_L)(\gamma_F + \delta)}{[\gamma_F + \delta + \alpha(\gamma_L + \delta)]^2} - \frac{(\eta_F + \rho_F)(\gamma_L + \delta)}{[\gamma_F + \delta + \alpha(\gamma_L + \delta)]^2} \quad (4.16)$$

Derivando a equação da contante tempo em relação a  $\alpha$ , equação 4.16, observamos que o segundo termo é sempre maior, considerando parâmetros realistas, então leva-se um tempo maior para aumentar a gordura corporal.

Por fim os autores trazem um abordagem da dieta versus atividade física para a perda de peso. No estado estacionário a  $\partial F/\partial t = \partial L/\partial t = 0$  e  $\Delta EE = \Delta EI$ , portanto a equação 4.11, pode ser reescrita conforme equação 4.17:

$$\Delta BW = \frac{(1 - \beta)\Delta EI - BW_{init}\Delta\delta}{\delta_{init} + \Delta\delta + \gamma_L - \phi(\gamma_L - \gamma_F)} \quad (4.17)$$

Agora consideremos o impacto de um decréscimo no consumo de energia  $\Delta EI = -\Gamma$ , com um aumento de atividade física  $\delta = \Gamma/BW_{init}$ , onde  $\Gamma$  é uma constante definindo a magnitude da intervenção, equação 4.18. Na equação 4.17, a perda de peso se dá, com o aumento da atividade física ou com a diminuição da ingestão dietética:

$$\Gamma = \frac{\beta}{1 - \beta} [\delta_{init} + \phi\gamma_F + (1 - \phi)\gamma_L] BW_{init} \quad (4.18)$$

Quando  $\Gamma$  está abaixo desse valor, a atividade física leva a uma maior perda de peso, do contrário, a restrição dietética leva a uma maior perda de peso.

Pode-se concluir que este conjunto de equações descreve a modelagem matemática do metabolismo humano trazendo a relação entre consumo de energia e realização de atividade física e abordando a essa dinâmica ao longo do tempo. Os próprios autores dizem que ainda há muito a ser estudado acerca da dinâmica do metabolismo porém acreditam que profissionais de saúde e de políticas de saúde estarão em condições de tomar decisões melhor informados.

Tabela 2 – Constantes

Constantes	Descrição	Valores
$\rho_G$	17,6 MJ/Kg	densidade de energia do Glicogênio
$[Na]$	3,22 mg/L	concentração extracelular de sódio
$\epsilon_{Na}$	3000 mg/L	efeito na excreção renal
$\epsilon_{CI}$	4000 mg/L	efeito na ingestão de carboidrato
$\rho_F$	39,5 MJ/Kg	conteúdo energético de gordura corporal
$\rho_F$	7,6 MJ/Kg	conteúdo energético de tecido magro
$C$	10,4 Kg * $\rho_L/\rho_F$	parâmetro da teoria Forbes's <sup>1</sup>
$\gamma_F$	13 KJ/Kg/dia	coeficiente de regressão metabolismo versus massa gorda
$\gamma_F$	92 KJ/Kg/dia	coeficiente de regressão metabolismo versus tecido magro
$\beta_{AT}$	0,14	determinado na análise de estado estacionário
$\tau_{AT}$	14 dias	tempo da termogênese adaptativa
$\delta$	30 KJ/dia	energia atividade física de uma pessoa sedentária

<sup>1</sup> (FORBES, 1987).

Fonte: Elaborada pela autora.

## 4.2 Desenvolvimento da Ferramenta Tecnomatemática

O desenvolvimento deste trabalho se deu respeitando a sequência proposta no cronograma conforme figura 2, onde primeiro realizou-se a RSL e seu resultado é a base da construção da ferramenta. O modelo matemático, conta com um conjunto de equações conforme seção 4.1, e delas foram retirados as variáveis, as constantes bem como os parâmetros de entrada. Os nomes e valores das constantes estão na tabela 2 e os parâmetros de entrada estão na tabela 3 e são necessários para a realização dos cálculos envolvidos no modelo matemático.

Tabela 3 – Parâmetros de entrada

Parâmetros	Descrição
$BW_0$	peso inicial
$age$	idade
$F$ ou $M$	sexo feminino ou masculino
$H$	altura
$PAL$	nível de atividade física
$BW$	peso desejado
$\Delta\delta$	mudança de energia de atividade física
$t^1$	tempo desejado para alcançar o peso informado

<sup>1</sup> Parâmetro usado para orientar ao usuário que se o tempo inserido for curto pode tornar a perda de peso impossível pois a redução de ingestão calórico ficaria muito baixa.

Fonte: Elaborada pela autora.

A ferramenta tecnomatemática foi desenvolvida para *Web*, utilizando as linguagens *HTML* e *JavaScript*, a biblioteca *JQuery* e os *frameworks Bootstrap* e *Angular*, utilizando a lógica de controle das informações conforme equações descritas na 4.1 e os resultados são demonstrados nas telas produzidas conforme imagens na seção 4.2.1.

#### 4.2.1 Resultado da ferramenta tecnomatemática

Nessa subseção serão apresentadas as telas que são resultados do desenvolvimento da ferramenta. Os cálculos envolvidos no modelo matemático dependem da fidelidade dos dados inseridos pelo usuário, limitando a idade entre 18 (dezoito) e 116 (cento e dezesseis) anos a altura entre 60 (sessenta) e 220 (duzentos e vinte) centímetros.

A figura 3, representa a primeira tela da ferramenta, onde o usuário insere os parâmetros de entrada peso inicial  $BW_0$  em (*Kg*), sexo  $F$  ou  $M$ ,  $age$  em anos e  $H$  em (*cm*). Com esses dados é possível obter a massa gorda e magra conforme equações 4.4 bem como as demais equações até a 4.7.

Figura 3 – Primeira Etapa

### Planejador de Peso Corporal

A nova ferramenta calcula um nível personalizado de calorias para ajudá-lo a atingir sua meta de peso dentro de um prazo específico e também conseguir manter o novo peso depois do emagrecimento

Leia mais: Quantificação do efeito do desequilíbrio energético no peso corporal

Etapa 1 de 4 - Dados iniciais Modo expert

---

**Dados iniciais**

Peso (kg)

**Dados iniciais**

Informe seu peso, sexo, idade, altura e nível de atividade física

**Sexo**

**Nível de atividade física**

Clique no botão "Estimar seu nível" para descobrir qual é seu nível de atividade física

**Idade**

O valor do nível de atividade física varia entre 1,4 (sedentário) e 2,5 (muito ativo)

**Altura (cm)**

O valor-padrão de 1,6 descreve o perfil de alguém que faz atividade muito leve na escola ou no trabalho (principalmente sentado) e atividade física moderada (como caminhada ou ciclismo) pelo menos uma vez por semana

**Nível de atividade física** ●

Estimar seu nível

[Próxima etapa](#)

**Advertência:** Esta informação é para uso de adultos acima de 18 anos, e não para pessoas mais jovens, mulheres grávidas ou lactantes. Ela não tem como objetivo fornecer conselhos médicos. Um médico que o examinou e sabe seu histórico de saúde é a melhor pessoa para diagnosticar e tratar seu problema. Se você tem perguntas específicas de saúde, por favor consulte um profissional.

O Planejador de Peso Corporal (Body Weight Planner) foi desenvolvido pelo fisiologista americano Kevin D. Hall e pelo Instituto Nacional de Diabetes e Doenças Digestivas e Renais dos Institutos Nacionais de Saúde (NIH, na sigla em inglês), o órgão responsável pelo incentivo de pesquisas médicas nos Estados Unidos.

Fonte: elaborada pela autora

A figura 4, traz uma demonstração da tela que contém a segunda etapa, onde o usuário informa a meta do peso  $BW$  em  $Kg$  que deseja alcançar e em quanto tempo  $t$  deseja atingir essa meta. A partir desse dados é possível calcular as demais equações 4.8 à 4.16, onde são feitos os cálculos referente à mudança de peso e tempo.

Figura 4 – Segunda Etapa

### Planejador de Peso Corporal

A nova ferramenta calcula um nível personalizado de calorias para ajudá-lo a atingir sua meta de peso dentro de um prazo específico e também conseguir manter o novo peso depois do emagrecimento

Leia mais: Quantificação do efeito do desequilíbrio energético no peso corporal

[Modo expert](#)

---

**Meta de peso**

Meta de peso (kg)

Quero atingir minha meta em (dias)

OU escolha uma data no calendário

Quero atingir minha meta em

**Meta de peso**

Informe sua meta de peso e quando pretende alcançá-la.

Você pode informar o número de dias OU escolher uma data no calendário



[Etapa anterior](#)
[Próxima etapa](#)

O Planejador de Peso Corporal (Body Weight Planner) foi desenvolvido pelo fisiologista americano Kevin D. Hall e pelo Instituto Nacional de Diabetes e Doenças Digestivas e Renais dos Institutos Nacionais de Saúde (NIH, na sigla em inglês), o órgão responsável pelo incentivo de pesquisas médicas nos Estados Unidos.

Fonte: elaborada pela autora

Figura 5 – Terceira Etapa

### Planejador de Peso Corporal

A nova ferramenta calcula um nível personalizado de calorias para ajudá-lo a atingir sua meta de peso dentro de um prazo específico e também conseguir manter o novo peso depois do emagrecimento

Leia mais: Quantificação do efeito do desequilíbrio energético no peso corporal

[Modo expert](#)

---

**Mudança de atividade física**

Para atingir a meta, proponho-me a mudar minha atividade física (em %)

[Calcular](#)

**Mudanças de atividade física**

Clique no botão "Calcular" e informe como pretende alterar sua atividade física

Mudar sua atividade física pode ajudá-lo a atingir e manter a meta de peso

As mudanças na atividade física que você fizer terão impacto na quantidade de calorias que é preciso ingerir para atingir e manter seu objetivo

Se você não deseja mudar seu nível de atividade física, clique em "Próxima etapa" para avançar



[Etapa anterior](#)
[Próxima etapa](#)

O Planejador de Peso Corporal (Body Weight Planner) foi desenvolvido pelo fisiologista americano Kevin D. Hall e pelo Instituto Nacional de Diabetes e Doenças Digestivas e Renais dos Institutos Nacionais de Saúde (NIH, na sigla em inglês), o órgão responsável pelo incentivo de pesquisas médicas nos Estados Unidos.

Fonte: elaborada pela autora

A terceira etapa representada pela figura 5, traz a abordagem da mudança de atividade física, onde o usuário informa em quanto por cento está disposto a mudar sua atividade física para atingir o seu objetivo, dado esse necessário para cálculo das equações 4.17 e 4.18.

Figura 6 – Resultado

### Planejador de Peso Corporal

A nova ferramenta calcula um nível personalizado de calorias para ajudá-lo a atingir sua meta de peso dentro de um prazo específico e também conseguir manter o novo peso depois do emagrecimento

Leia mais: Quantificação do efeito do desequilíbrio energético no peso corporal

[Modo expert](#)

---

**Resultados**

Para *manter* o peso atual, você deve consumir: 2 761  
calorias/dia

Para *atingir* a meta de 80 kg em 180 dias, você deve consumir: 2 072  
calorias/dia

Para *manter* sua meta de 80 kg, você deve consumir: 2 935  
calorias/dia

[Etapa anterior](#) [Modo expert](#)

**Resultados**

A quantidade de calorias indicada para "atingir a meta" e "manter a meta" pressupõe que você vai seguir as mudanças no nível de atividade física informadas na etapa 3

Seus resultados parecem altos demais? Muitas vezes as pessoas subestimam quanto elas comem e os valores do Planejador de Peso Corporal são precisos para a maioria delas. Se seu metabolismo for anormalmente baixo ou você for muito sedentário, os valores do Planejador de Peso Corporal serão altos demais

**Quer fazer alguma alteração?**

Use o botão "Etapa Anterior" para voltar e alterar o nível de atividade física ou a meta de peso

O Planejador de Peso Corporal (Body Weight Planner) foi desenvolvido pelo fisiologista americano Kevin D. Hall e pelo Instituto Nacional de Diabetes e Doenças Digestivas e Renais dos Institutos Nacionais de Saúde (NIH, na sigla em inglês), o órgão responsável pelo incentivo de pesquisas médicas nos Estados Unidos.

Fonte: elaborada pela autora

A figura 6, demonstra a tela que contém o resultado calculado pelo modelo matemático proposto por (HALL et al., 2011), onde pode observar os valores de consumo de calorias diários  $\Delta EI$  para obter a meta de peso  $BW$ , bem como o consumo para manter o peso atual e para manter o peso após ter atingido a meta.

A ferramenta ainda dispõe de uma análise mais detalhada chamada de *modo expert*, onde é possível observar a mudança diária de peso através de uma tabela e ainda informar as mudanças de atividade física, a ingestão de carboidratos e sódio e ver como isso altera o comportamento da perda de peso. O resultado dessa funcionalidade pode ser observado através das figuras 7, 8.

Figura 7 – Modo Expert Modo 1

### Planejador de Peso Corporal

A nova ferramenta calcula um nível personalizado de calorias para ajudá-lo a atingir sua meta de peso dentro de um prazo específico e também conseguir manter o novo peso depois do emagrecimento

Leia mais: Quantificação do efeito do desequilíbrio energético no peso corporal

**Dados iniciais**

Avançado: **MOSTRAR**

**Peso (kg)**  
70

**Sexo**  
▼

**Idade**  
23

**Altura (cm)**  
180

**Nível de atividade física** ⓘ  
1.6

**Estimar seu nível**

**Meta de peso** | **Mudança de rotina**

**Meta de peso (kg)**  
70

**Quero atingir minha meta em (dias)**  
180

OU escolha uma data no calendário

**Quero atingir minha meta em**  
30/12/2019

**Mudança de atividade física (opcional)**

**Fase de mudança de peso**  
Para atingir a meta, proponho-me a mudar minha atividade física (em %)  
0

**Calcular**

**Fase da manutenção do peso**  
Para manter a meta, proponho-me a alterar minha atividade física (em %)  
0

**Calcular**

**Resultados**

Para *manter* o peso atual, você deve consumir: **2 746** calorias/dia

Para *atingir* a meta de 70 kg em 180 dias, você deve consumir: **2 746** calorias/dia

Para *manter* sua meta de 70 kg, você deve consumir: **2 746** calorias/dia

**Simulação**

**Período da simulação** 365

Peso inicial (kg): 70 | % gordura inicial: 13.9 | IMC inicial: 21.6  
 Peso final (kg): 70 | % gordura final: 13.9 | IMC final: 21.6

**Peso** | Gordura corporal % | Ingestão e queima | Tabela

Clique e arraste para ampliar 100% | Fazer download do gráfico

Exportar dados no formato CSV

Dia	Data	peso (kg)	Peso máx (kg)	Peso min (kg)
0	3/7/19	70	70	70
1	4/7/19	70	70	70
2	5/7/19	70	70,1	69,9
3	6/7/19	70	70,1	69,9
4	7/7/19	70	70,2	69,8
5	8/7/19	70	70,2	69,8
6	9/7/19	70	70,3	69,7
7	10/7/19	70	70,3	69,7
8	11/7/19	70	70,4	69,6
9	12/7/19	70	70,4	69,6
10	13/7/19	70	70,4	69,6
11	14/7/19	70	70,5	69,5
12	15/7/19	70	70,5	69,5
13	16/7/19	70	70,6	69,4
14	17/7/19	70	70,6	69,4

O Planejador de Peso Corporal (Body Weight Planner) foi desenvolvido pelo fisiologista americano Kevin D. Hall e pelo Instituto Nacional de Diabetes e Doenças Digestivas e Renais dos Institutos Nacionais de Saúde (NIH, na sigla em inglês), o órgão responsável pelo incentivo de pesquisas médicas nos Estados Unidos.

Figura 8 – Modo Expert Modo 2

### Planejador de Peso Corporal

A nova ferramenta calcula um nível personalizado de calorias para ajudá-lo a atingir sua meta de peso dentro de um prazo específico e também conseguir manter o novo peso depois do emagrecimento

Leia mais: Quantificação do efeito do desequilíbrio energético no peso corporal

**Dados iniciais**

Avançado: **MOSTRAR**

**Peso (kg)**  
70

**Sexo**  
Feminino

**Idade**  
120

**Altura (cm)**  
190

**Nível de atividade física**  
1.6

**Estimar seu nível**

Meta de peso    Mudança de rotina    Controles avançados: **OCULTAR**

Altere a ingestão de calorias ou atividade física para ver como seu peso será afetado

**Mudança 1**    **Ativa** Inativa

**Adotar mudanças gradualmente: NÃO**

Mudança gradual a partir do dia 90 com ingestão de 2000 calorias/dia.

**Mudança de atividade física (em %)**  
0

**Estimar**

**Nova calorias de carboidratos**  
50

**Nova ingestão de sódio (mg/dia)**  
4404

**Estimado**

**Mudança 2**    **Ativa** Inativa

**Adotar mudanças gradualmente INATIVO**

Mudança gradual a partir do dia 180 com a ingestão de 2500 calorias/dia.

**Mudança de atividade física (em %)**  
0

**Estimar**

**Nova % de calorias de carboidratos**  
50

**Nova ingestão de sódio (mg/dia)**  
5505

**Estimado**

**Simulação**

**Período da simulação**    365

Peso inicial (kg): 70    % gordura inicial: 33.3    IMC inicial: 19.4

Peso final (kg): 82.8    % gordura final: 38.2    IMC final: 22.9

**Peso**    Gordura corporal %    Ingestão e queima    Tabela

Clique e arraste para ampliar 100%    Fazer download do gráfico

Exportar dados no formato CSV

Dia	Data	peso (kg)	Peso máx (kg)	Peso mín (kg)
0	3/7/19	70	70	70
1	4/7/19	70	70	70
2	5/7/19	70	70.1	69.9
3	6/7/19	70	70.1	69.9
4	7/7/19	70	70.1	69.9
5	8/7/19	70	70.2	69.8
6	9/7/19	70	70.2	69.8
7	10/7/19	70	70.2	69.8
8	11/7/19	70	70.3	69.7
9	12/7/19	70	70.3	69.7
10	13/7/19	70	70.3	69.7
11	14/7/19	70	70.4	69.6
12	15/7/19	70	70.4	69.6
13	16/7/19	70	70.5	69.5
14	17/7/19	70	70.5	69.5

O Planejador de Peso Corporal (Body Weight Planner) foi desenvolvido pelo fisiologista americano Kevin D. Hall e pelo Instituto Nacional de Diabetes e Doenças Digestivas e Renais dos Institutos Nacionais de Saúde (NIH, na sigla em inglês), o órgão responsável pelo incentivo de pesquisas médicas nos Estados Unidos.

### 4.3 Análise Qualitativa do Modelo Matemático

Segundo Creswell (2010) a coleta de dados é de extrema importância para a realização de uma pesquisa, no caso de uma análise qualitativa a coleta de dados envolvem quatro tipos básicos: observação, entrevistas, documentos e materiais audiovisuais. No escopo desse trabalho utilizou-se a entrevista em modo semiestruturado que pode conter perguntas abertas e fechadas, trazendo para autora a facilidade de investigar questões importantes inerentes ao trabalho.

#### 4.3.1 Entrevista

Para a formulação de todo o processo da entrevista, baseou-se no protocolo de entrevista qualitativa sugerido por (CRESWELL, 2010). Os componentes desse protocolo seguem na tabela 4 e a construção do roteiro da entrevista está disponibilizado no apêndice A.

Tabela 4 – Protocolo de entrevista

---

#### **Componetes do protocolo de entrevista**

---

Cabeçalho contendo data, local, nome do entrevistador e identificação do candidato  
 Instruções para que o entrevistador siga o mesmo procedimento em todas as entrevistas  
 As questões devem seguir uma sequência lógica de forma a causar fluidez na conversação  
 Sondagem para extrair do convidado suas ideias mais detalhadamente  
 Espaço entre as perguntas para o registro das respostas  
 Agradecimento reconhecendo o tempo que o entrevistado disponibilizou para concender a entrevista

---

Fonte: Elaborada pela autora.

A primeira abordagem aconteceu de modo informal, onde a autora pode perguntar aos possíveis participantes se os mesmos já fizeram uso de algum software que trouxesse auxílio ao processo de emagrecimento ou se teriam interesse em fazê-lo. Após colida essas informações a autora fez uma segunda abordagem aos possíveis particiantes afim de saber da disponibilidade dos mesmos em participar da pesquisa desse trabalho e se verdadeira registrar o contato dos mesmos para abordagem futura.

Os entrevistados são adultos divididos em (02) dois grupos, 1 e 2. O grupo 1, chamado de especialistas é composto por profissionias da área de saúde , que lidam com o processo de controle do equilíbrio energético no dia-a-dia, 03 (três) nutricionistas e (01) professor de educação física. A composição do grupo 2, chamado de usuários, se deu pelo fato de já ter utilizado ou ter interesse em utilizar algum tipo de software que auxilie no processo de emagrecimento, 01 (um) atleta maratonista, 01(um) especilista em vendas de programas de emagrecimento, 01(um) usuários que já utilizou algum software e 03(três) usuários que não utilizaram software anteriormente.

Tabela 5 – Identificação dos Participantes

<b>Usuário</b>	<b>Formação</b>	<b>Ano de conclusão</b>	<b>Instituição</b>
1	Nutrição	2009	Unileste <sup>1</sup>
2	Nutrição	2006	Unileste
3	Nutrição	2011	Pitágoras <sup>3</sup>
4	Educação Física	2010	Unileste
5	Graduanda em Direito	Previsão 2021	Pitágoras
6	Matemática Incompleto		Faculdade Pereira de Freitas (extinta)
7	Técnica Enfermagem e Administração	2018	SENAC/Escola Técnica JK (Ipatinga)
8	Magistério	1993	Escola Estadual Selim José de Sales (Ipatinga)
9	Pedagogia	2006	UniBH <sup>3</sup>
10	Matemática Incompleto		FAFIC <sup>4</sup>

<sup>1</sup> <https://www.unileste.edu.br/>.

<sup>2</sup> <https://pitagoras.com.br/>.

<sup>3</sup> <https://pitagoras.com.br/>.

<sup>4</sup> <http://fescfafic.edu.br/InscricaoVestibular/novo/index.html>.

Fonte: Dados da pesquisa.

Todos os participantes aceitaram colaborar com a pesquisa, fato esse que se deu através da assinatura do termo de aceite de participação conforme apêndice B, impresso em duas vias de igual teor, sendo uma para o participante e a outra para a autora, onde os participantes tiveram acesso aos termos e formalidades envolvidos nesta pesquisa.

As entrevistas ocorreram em julho de 2019, nos locais marcados de acordo com a disponibilidade do participante, tiveram duração de aproximadamente 25 (vinte e cinco) minutos e o registro das respostas foi feito em papel de forma manuscrita e através da observação da autora que pôde realizar durante a entrevista uma conversa informal, a fim de possibilitar para a autora a captura de algum dado que pode ter passado despercebido durante o preenchimento do questionário.

#### 4.3.2 Síntese dos dados (metanálise)

Entende-se por metanálise uma técnica desenvolvida para integrar os resultados de dois ou mais estudos, sobre uma mesma questão de pesquisa, fazendo um resumo, dos resultados de tais estudos. Nesta seção apresentaremos como identificamos os participantes da pesquisa, bem como sua formação e atuação profissional conforme tabelas 5 e 6 e nas demais tabelas veremos as respostas dos participantes, por fim mostraremos uma comparação dos dois grupos de entrevistados, grupo 1(um) participantes de 1(um) à 4(quatro), grupo 2(dois) participantes de 5(cinco) à 10(dez).

Tabela 6 – Atuação profissional dos participantes

<b>Usuário</b>	<b>Atuação Profissional</b>
1	Nutricionista(Emagrecentro)
2	Nutricionista Prefeituras Ipatinga e Fabriciano
3	Assistente Administrativo GV Clínicas Atendimento <i>Home Care</i>
4	Professor Ensino Fundamental Prefeitura Ipatinga e Professoar universitário FAMEV
5	Consultora de Vendas Emagrecentro
6	Empresário Buffet
7	Assistente Administrativo GV Clínicas
8	Vendedora Damatel
9	Gerente Pedagógica ACTCON Maratonista
10	Consultor de Negócios ACTCON

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 7 – Você já fez uso de algum software para planejamento de dieta?

<b>Usuário</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>
1	x	
2	x	
3	x	
4	x	
5	x	
6		x
7	x	
8		x
9	x	
10		x

Fonte: Dados da pesquisa.

As questões de 1(um) à 6 (seis) propostas no roteiro da entrevista conforme apêndice A, foram feitas em uma primeira parte antes do usuário fazer o uso da ferramenta e as demais questões de 7(sete) à 12(doze) após utilização do usuário. As respostas seguem descritas nas 12 tabelas contidas nessa seção e na seção 4.3.3 onde cada tabela representa uma pergunta e suas respectivas respostas.

Os dados apresentados na tabela 7 quantificam que 70% dos participantes já fizeram uso de um software de auxílio a dieta e 30% nunca haviam utilizado um instrumento para essa abordagem. Todos os especialistas já fizeram uso de software para auxílio a dieta e do grupo

Tabela 8 – Quais informações o software exibia?

<b>Usuário</b>	<b>IMC</b>	<b>Nível de sobrepeso</b>	<b>Quant. KG deve perder</b>	<b>Outro</b>
1				Alimentos da dieta
2	x	x	x	Gráfico com tendência de mudança de peso
3	x	x	x	Cálculo venta, uso de medicamento, recordatório alimentar
4	x	x	x	Dobras cutâneas
5	x	x	x	Risco metabólico, propensão a doenças cardíacas
6				
7	x	x		
8				
9	x		x	Dobras cutâneas, avaliação anterior para atual
10				

Fonte: Dados da pesquisa.

de usuários a metade fez uso anterior. Conseqüentemente a tabela 8 traz as respostas dos participantes que responderam positivamente a pergunta anterior, quantificando que 40% dos participantes utilizaram um software que trazia informações acerca do IMC, nível de sobrepeso, quantos quilos deve perder e outras informações, 10% o IMC e nível de sobrepeso, 10% IMC, quantos quilos deve perder e outras informações, 10% outras informações e 30% não responderam quanto aos dados que o software usado exibia, pelo fato do não uso prévio.

Tabela 9 – O que você espera de um software de auxílio à dieta?

<b>Usuário</b>	<b>O que você espera de um software de auxílio à dieta?</b>
1	Infomações acerca das pregas cutâneas.
2	Infomações acerca das dobras cutâneas.
3	Uma aboragem que abranja toda a população.
4	Os dados para estimular a atividade física.
5	Resultado final com todos os dados na tela.
6	Facilitar o acompanhamento constate para as pessoas com necessidade de emagrecimento.
7	Norteamento para o processo de emagrecimento ao logo do tempo.
8	Resultados finais com excelência, no sentido de fidelidade do software a realidade.
9	Todas as informações atuais, porcentagem de gordura, massa magra, onde pode-se chegar e não onde você quer chegar.
10	Poder acompanhar o resultado diário.

Fonte: Dados da pesquisa.

Quando questionados se a ferramenta tecnomatemática trouxe as informações que esperavam 90% dos participantes responderam que sim e 10% que não. Do grupo de especialistas 75% responderam positivamente e 25% negativamente, já no grupo de usuários 100% dos participantes responderam que sim, conforme tabela 10.

Tabela 10 – A ferramenta trouxe as informações que você esperava?

Usuário	Sim	Não
1	x	
2	x	
3	x	
4		x
5	x	
6	x	
7	x	
8	x	
9	x	
10	x	

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 11 – Quais informações você achou mais relevantes?

Usuário	Calorias a serem consumidas	Nível de Atividade Física	Calorias para manter o peso	Outro
1				Cálculo diário.
2				Tabela com os dados.
3				Gráfico.
4				Nível de atividade física.
5				Nível de atividade física.
6				Calorias para manter o peso.
7	x	x	x	Gordura corporal.
8	x			
9	x	x	x	
10		x	x	Tabela com previsão dos resultados.

Fonte: Dados da pesquisa.

A abordagem da pergunta da tabela 11, extrai do participante a informação que o mesmo achou mais relevante dos resultados apresentados após o uso da ferramenta, 60% dos participantes citou outra informação das opções dadas, 10% acharam todos os dados relevantes e citou outra informação, 10% calorias a serem consumidas, 10% acharam todos os dados relevantes e 10% nível de atividade física, calorias para manter o peso e outra informação.

Tabela 12 – O que você achou da ferramenta?

<b>Usuário</b>	<b>O que você achou da ferramenta?</b>
1	Poderia usar no trabalho, muito boa.
2	Boa, usa os fatores de atividade física corretamente.
3	Fácil entendimento, fácil utilização.
4	Não trouxe informações novas, porém pode auxiliar usuários comuns.
5	Completa, uma pessoa leiga pode usar.
6	Fácil utilização.
7	Uma ferramenta de fácil utilização e fácil compreensão.
8	Ótimo, dá condição de citar exercício, período e o resultado final em consequência traz a gordura corporal.
9	Intuitiva e os dados são bem claros.
10	Muito importante para fazer o acompanhamento, você pode dosar os níveis de exercício dependendo do tempo que quer emagrecer.

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 13 – Se esta ferramenta estivesse disponível você usaria?

<b>Usuário</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>Talvez</b>
1	x		
2	x		
3	x		
4	x		
5	x		
6	x		
7	x		
8	x		
9	x		
10	x		

Fonte: Dados da pesquisa.

Questionados se caso a ferramenta estivesse disponível eles fariam uso da mesma, 100% dos participantes disseram que sim conforme tabela 13, sinalizando portanto a qualidade das informações advindas do modelo matemático, objeto de estudo desse trabalho.

Tabela 14 – Acha que ela poderia ser útil para tomada de decisões?

<b>Usuário</b>	<b>Acha que ela poderia ser útil para tomada de decisões?</b>
1	Sim, pelas informações de atividades físicas e calorias.
2	Sim, para pacientes monitorarem os resultados.
3	Sim, o usuário consegue acompanhar a evolução, isso pode estimulá-lo.
4	Sim, para quem está iniciando a dieta e atividade física (leigos).
5	Sim, porque pode ser feito um planejamento.
6	Sim, pois os resultados diários podem ser acompanhados e estimular a pessoa a continuar.
7	Muito, com o software é possível fazer o acompanhamento diário.
8	Sim, pois pode planejar as calorias consumidas.
9	Sim, porque personaliza a atividade física com o peso. Mostra se alterar a atividade física muda o peso.
10	Sim, devido o grau de facilidade no controle das informações e demonstrações gráficas.

Fonte: Dados da pesquisa.

### 4.3.3 Análise dos Dados coletados

A análise dos dados envolve a coleta de dados abertos, baseada em formular questões abertas e desenvolver uma análise das informações fornecidas pelos participantes. (CRESWELL, 2010, p.217)

Nesta seção seguir-se-a com avaliação da qualidade das evidências e redação e publicação dos resultados, conforme passos descritos por Galvão e Pereira (2014) no capítulo 3.1. Com base nos dados coletados, sobretudo das questões abertas, tabelas 9, 12, 14 e 15, podemos perceber que ambos os grupos tiveram uma boa perspectiva em relação a solução tecnomatemática a eles apresentada.

Pôde-se notar no grupo de especialistas, participantes de 1(um) a 4(quatro) a importância das medidas das dobras cutâneas, nível de atividade física e a necessidade de um artifício tecnológico capaz de abranger grande parte da população conforme tabela 9, foram questões que após o uso da ferramenta foi motivo de elogio e curiosidade dos mesmo acerca da aproximação precisa que o software fez da gordura corporal sem as medições antropométricas citadas, sugerindo assim uma validação do modelo afim de confirmar a precisão dos resultados.

Quanto a experiência dos especialistas no uso da ferramenta tabela 12, notou-se que os mesmos indicariam essa ferramenta para seus pacientes para efeito de acompanhamento da evolução do processo de emagrecimento, ou até mesmo usariam para auxílio no trabalho. O grupo de usuários também demonstrou satisfação pela maneira fácil de utilização e a possi-

Tabela 15 – Gostaria de fazer alguma crítica/sugestão?

<b>Usuário</b>	<b>Gostaria de fazer alguma crítica/sugestão?</b>
1	É raro alguém ter informação do sódio, faltou considerar a proteína e pregas cutâneas.
2	Crítica quanto à quantidade de calorias para manter o peso. Para pacientes portadores de patologia o software não atende pois não considera fator injúria. Informações para alimentação diária.
3	Ingestão de água, pois é um fator importante relacionado a atividade física e a fibra também.
4	Não acrescenta informações novas.
5	Exportar em PDF a ficha (os dados de calorias) para consulta posterior.
6	Os parâmetros mais claros com relação aos cálculos realizados.
7	Login e senha para armazenar as informações, para futuras consultas. Campo para informação de alimentos consumidos para cálculo de calorias.
8	Não se sabe os alimentos que compoem a dieta baseada na quantidade de calorias estipulada pelo software.
9	Login e senha na internet ou aplicativo para internet para armazenamento dos dados.
10	Poderia se tornar um aplicativo para armazenar informações para acompanhamento futuro.

Fonte: Dados da pesquisa.

bilidade de simular mudança de atividade física e ver como as mesmas alteram a dinâmica de mudança de peso.

Ao questionar os participantes sobre a possibilidade do uso da ferramenta tecnomatemática auxiliar na tomada de decisões tabela 14, ambos os grupos responderam positivamente destacando a possibilidade de acompanhamento da evolução do processo, a personalização da atividade física e demonstrações gráficas.

Contudo os participantes também foram convidados a fazer críticas e ou sugestões 15, o grupo de especialistas destacou a necessidade de estimar a ingestão de água e fibra pois é importante relacionado a atividade física, criticou também a quantidade de calorias a serem consumidas para manutenção do peso e a falta de informações sobre o consumo de proteínas. Foi mencionado também que o software não é indicado para pacientes portador de alguma patologia, pois não considera o fator injúria. Já 66.66% dos participantes do grupo de usuários sinalizaram que a ferramenta poderia disponibilizar um login e senha e armazenar os dados para futuras consultas, podendo se tornar um aplicativo. Os usuários destacaram também,

que a ferramenta além de fornecer a quantidade de calorias a ser consumida, poderia fornecer juntamente a quantidade dos alimentos que compoem este consumo.

Esta seção conclui que os trabalho futuros citados no capítulo de Introdução na seção 1.3, se confirmam através dos dados coletados durante a pesquisa, um aplicativo *mobile* que possibilite o armazenamento das informações e a validação do modelo matemático para a população adulta no Brasil. Pode-se futuramente estudar uma parceria com profissionais da nutrição afim de possibilitar a funcionalidade de sugestão de cardápio de acordo com as calorias a serem consumidas.

## 5 Conclusão

*“Ama-se mais o que se conquista  
com esforço.”  
Benjamin Disraeli*

A questão de pesquisa que originou este trabalho é: *De que forma os recursos matemáticos e computacionais podem auxiliar no entendimento da dinâmica de mudança do peso corporal em humanos adultos?*. Através dessa questão, foi possível traçar o objetivo de eleger uma solução matemática que modele essa dinâmica e realizar uma análise qualitativa da mesma.

Este trabalho trás uma RSL cujo resultado da mesma é o modelo matemático *Quantification of the effect of energy imbalance on bodyweight* por Hall, Kevin D.Sacks, Gary Chandramohan, DhruvaChow, Carson C. Wang, Y. Claire Gortmaker, Steven L. Swinburn, Boyd A., que trás um conjunto de equações matemáticas que constituem uma modelagem matemática da dinâmica de mudança do peso corporal de humanos adultos.

A partir do modelo matemático encontrado, contruiu-se uma ferramenta tecnomatemática do mesmo, afim de realizar uma análise qualitativa baseada na experiência dos usuários na utilização da mesma. A análise qualitativa se deu através de procedimentos de coleta de dados: a observação, a entrevista semi-estruturada e os materias audiovisuais.

Através dos resultados apresentados na análise qualitativa, pode-se perceber que 100 por cento dos participantes disseram que usariam a ferramenta, caso a mesma estivesse disponível e 50 por cento afirma que seria melhor se os dados estivessem disponíveis para consulta posterior. Os especialistas ainda alertam para importância da medida antropométrica dobra cutânea, porém se impressionaram com a estimativa de gordura corporal apresentado na ferramenta tecnomatemática sem essas medidas.

Uma questão limitante dessa pesquisa é o tempo escasso para realização de uma pesquisa empírica que valide o modelo para a população brasileira, fato esse considerado importante pelo grupo de especialistas . Pode-se definir tal validação como um trabalho futuro, juntamente com o desenvolvimento da solução tecnomatemática *mobile*, permitindo o armazenamento dos dados.

# Referências

- BERALDO, L. M. Modelagem matemática para estimativa da gordura corporal baseada em densitômetro radiológica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, apr 2017. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/2634>>. Citado nas páginas 14 e 19.
- BOYCE, W. E. *Equações Diferenciais Elementares e Problemas de Valores de Contorno*. 9a edição. ed. [S.l.]: LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda, 2010. Citado na página 18.
- BUONANI, C. et al. Desempenho de diferentes equações antropométricas na predição de gordura corporal excessiva em crianças e adolescentes. *Revista de Nutricao*, Revista de Nutrição, v. 24, n. 1, p. 41–50, feb 2011. ISSN 14155273. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-52732011000100004&lng=p](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-52732011000100004&lng=p)>. Citado na página 17.
- CRESWELL, J. *Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto*. [S.l.]: Artmed, 2010. (Métodos de pesquisa). ISBN 978853632008. Citado nas páginas 39 e 46.
- DIENER, J. Calorimetria indireta. *Revista da Associação Médica Brasileira*, Associação Médica Brasileira, v. 43, n. 3, p. 245–253, sep 1997. ISSN 0104-4230. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-42301997000300013&lng=pt&nrm](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-42301997000300013&lng=pt&nrm)>. Citado nas páginas 17 e 19.
- DUARTE, R. *Entrevistas em pesquisas qualitativas*. [S.l.], 2004. v. 24, 213 p. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/er/n24/n24a11.pdf>>. Citado na página 28.
- FERREIRA, V. A.; Magalhães, R. *Obesidade no Brasil: Tendências atuais*. [S.l.], 2014. 71–81 p. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/237470975>>. Citado na página 18.
- FORBES, G. B. Lean Body Mass-Body Fat Interrelationships in Humans. *Nutrition Reviews*, v. 45, n. 10, p. 225–231, 10 1987. ISSN 0029-6643. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.1987.tb02684.x>>. Citado na página 32.
- FRANCISCHI, R. P. P. de et al. Obesidade: atualização sobre sua etiologia, morbidade e tratamento. *Revista de Nutrição*, v. 13, n. 1, p. 17–28, 2000. ISSN 1415-5273. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-52732000000100003&lng=p](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-52732000000100003&lng=p)>. Citado na página 19.
- GALVÃO, T. F.; PEREIRA, M. G. Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, Coordenação-Geral de Desenvolvimento da Epidemiologia em Serviços / Secretaria de Vigilância em Saúde / Ministério da Saúde, v. 23, n. 1, p. 183–184, mar 2014. ISSN 1679-4974. Disponível em: <[http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1679-49742014000](http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-49742014000)>. Citado nas páginas 16, 22 e 46.
- GLANER, M. F.; RODRIGUES-ANEZ, C. Validação de equação para estimativa de gordura corporal e/ou percentual de gordura corporal de militares masculinos. *Treinamento Desportivo*, v. 4, p. 29–36, 1999. Disponível em: <[https://repositorio.ucb.br/jspui/bitstream/123456789/7397/1/Valida{ç}{~}{a}odeequa{ç}{~}{o}esparaestimaradensidadecorporale{\\\_}oupercentualdegordurapa](https://repositorio.ucb.br/jspui/bitstream/123456789/7397/1/Valida{ç}{~}{a}odeequa{ç}{~}{o}esparaestimaradensidadecorporale{\_}oupercentualdegordurapa)>. Citado na página 19.

- GUEDES, D. P.; GUEDES, J. E. R. P. Proposição de equações para predição de quantidade de gordura corporal em adultos jovens. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde*, v. 12, n. 2, p. 61, dec 1991. ISSN 1679-0367. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/seminabio/article/view/6946>>. Citado na página 19.
- HALL, K. D. Predicting metabolic adaptation, body weight change, and energy intake in humans. *AJP: Endocrinology and Metabolism*, v. 298, n. 3, p. E449–E466, 2010. ISSN 0193-1849. Disponível em: <<http://ajpendo.physiology.org/cgi/doi/10.1152/ajpendo.00559.2009>>. Citado na página 14.
- HALL, K. D. et al. Quantification of the effect of energy imbalance on bodyweight. *The Lancet*, v. 378, n. 9793, p. 826–837, 2011. ISSN 01406736. Citado nas páginas 14, 20, 28 e 36.
- LANG, J. C. et al. The statistical mechanics of human weight change. 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189795>>. Citado na página 20.
- MARCONE, M. A.; LOKATOS, E. M. *Fundamentos de Metodologia Científica*. 7a edição. ed. [S.l.]: Editora Atlas S.A, 2010. Citado nas páginas 16 e 22.
- MARTINS, A. B.; TUFIK, S.; MOURA, S. M. G. P. T. Intervenções nutricionais em Síndrome Metabólica: uma revisão sistemática. *Jornal brasileiro de pneumologia : publicacao oficial da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia*, v. 33, n. 1, p. 93–100, 2007. ISSN 1806-3756. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17568874>>. Citado na página 14.
- MINAYO, M. C. d. S. Análise qualitativa: teoria, passos e fidedignidade. *Ciência & Saúde Coletiva*, ABRASCO - Associação Brasileira de Saúde Coletiva, v. 17, n. 3, p. 621–626, mar 2012. ISSN 1413-8123. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-81232012000300007&lng=p](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232012000300007&lng=p)>. Citado nas páginas 22, 26 e 27.
- MOREIRA, R. R. C. Modelagem Tecnomatemática da Dinâmica da Mudança do Peso Corporal em Humanos Adultos. *Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics*, v.7, 2018. Citado nas páginas 14 e 15.
- PETROSKI, E. L.; NETO, C. S. P. VALIDAÇÃO DE EQUAÇÕES ANTROPOMÉTRICAS PARA A ESTIMATIVA DA DENSIDADE CORPORAL EM MULHERES. *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde*, v. 1, n. 2, p. 65–73, 1995. ISSN 2317-1634. Disponível em: <<http://rbafs.org.br/RBAFS/article/view/470>>. Citado na página 19.
- Ribeiro Caldeira Moreira, R.; Nascimento Moreira, L. C. F. d. E. T. d. M. G. T. MODELAGEM MATEMÁTICA COMO ESTRATÉGIA DE APRENDIZAGEM ATIVA E LETRAMENTO TECNOMATEMÁTICO. 2016. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/3/anais/anais/159820.pdf>>. Citado nas páginas 15 e 18.
- SALEM, M.; NETO, C. S.; WAISSMANN, W. Equações nacionais para estimativa da gordura corporal de brasileiros. *Revista de Educação Física*, v. 3, n. 2, p. 108–115, 2007. Disponível em: <<http://www.cdof.com.br/equacoesBrasileiras.pdf>>. Citado na página 20.
- SCHOELLER, D. A.; SANTEN, E. van. Measurement of energy expenditure in humans by doubly labeled water method. *Journal of Applied Physiology*, v. 53, n. 4, p. 955–959, oct 1982. ISSN 8750-7587. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6759491><http://www.physiology.org/doi/10.1152/jappl.1982.53.4.955>>. Citado na página 18.
- SODRÉ, U. *Modelos matemáticos*. [S.l.], 2007. Disponível em: <<http://www.uel.br/projetos/matessencial/superior/pdfs/modelos.pdf>>. Citado na página 18.

- SOMMERVILLE, I. *Engenharia de Software*. 9a edição. ed. [S.l.]: Pearson Prentice Hall, 2011. Citado na página 25.
- SWINBURN, B. A. et al. The global obesity pandemic: Shaped by global drivers and local environments. *The Lancet*, v. 378, n. 9793, p. 804–814, 2011. ISSN 01406736. Citado na página 14.
- THIELE, I. et al. A community-driven global reconstruction of human metabolism. *Nature Biotechnology*, Nature Publishing Group, v. 31, n. 5, p. 419–425, may 2013. ISSN 1087-0156. Disponível em: <<http://www.nature.com/articles/nbt.2488>>. Citado na página 20.
- THOMAS, D. M. et al. Effect of dietary adherence on the body weight plateau: A mathematical model incorporating intermittent compliance with energy intake prescription. *American Journal of Clinical Nutrition*, v. 100, n. 3, p. 787–795, 2014. ISSN 19383207. Citado nas páginas 20 e 21.
- VENTURINI, A. C. R. *Metabolismo energético multicompartimental: modelos preditivos derivados da DXA*. jun 2018. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, jun 2018. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/109/109131/tde-02042018-164553/>>. Citado na página 19.
- WAHRLICH, V.; ANJOS, L. A. D. Aspectos históricos e metodológicos da medição e estimativa da taxa metabólica basal: uma revisão da literatura. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 17, n. 4, p. 801–817, 2001. ISSN 0102-311X. Citado na página 17.
- WAZLAWICK, R. S. *Metodologia de Pesquisa para Ciência da Computação*. 1a edição. ed. [S.l.]: Elsevier Editora Ltda, 2008. Citado na página 19.

# Apêndices

# APÊNDICE A – Roteiro da Entrevista

## Análise da Ferramenta Tecnomatemática

Questionário destinado a análise qualitativa do modelo matemático, instrumento de estudo do TCC da aluna Ariadne Almeida Oliveira, orientadora Rutyelle R. Caldeira Moreira do Curso de Engenharia de Computação do CEFET-Timóteo

### 1. Data

Exemplo: 15 de dezembro de 2012

### 2. Hora

Exemplo: 08h30

### 3. Entrevistado (formação, atuação profissional)

### 4. Você já fez uso de algum software para planejamento de dieta?

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

### 5. Quais informações o software exibia?

Marque todas que se aplicam.

Índice de massa corporal

Nível de sobrepeso

Quantos quilos deve perder

Outro: \_\_\_\_\_

### 6. O que você espera de um software de auxílio à dieta?

---

---

---

---

---

## Análise da Ferramenta Tecnomatemática

Questionário destinado a análise qualitativa do modelo matemático, instrumento de estudo do TCC da aluna Ariadne Almeida Oliveira, orientadora Rutyelle R. Caldeira Moreira do Curso de Engenharia de Computação do CEFET-Timóteo

### 7. A ferramenta trouxe informações que você esperava?

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

**8. Quais informações você achou mais relevante?**

*Marcar apenas uma oval.*

- Calorias a serem consumidas
- Nivel de atividade física
- Calorias para manter o peso
- Outro: \_\_\_\_\_

**9. O que você achou da ferramenta?**

---

---

---

---

---

**10. Se esta ferramenta estivesse disponível você usaria?**

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não
- Talvez

**11. Acha que ele poderia ser útil para tomadas de decisões?**

---

---

---

---

---

**12. Gostaria de fazer alguma crítica/sugestão?**

---

---

---

---

---

---

Powered by



# APÊNDICE B – Termo de Aceite



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS  
Campus Timóteo  
Curso de Engenharia de Computação

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Convidamos o (a) Sr (a) para participar da Pesquisa de **análise qualitativa do modelo matemático**, sob a responsabilidade da aluna de graduação Ariadne Almeida Oliveira e sua orientadora Rutyele R. Caldeira Moreira. Esta pesquisa pretende analisar a qualidade de um modelo matemático através de uma ferramenta tecnomatemática, que se trata da implementação de um software utilizando as equações presente no modelo.

Sua participação é voluntária e se dará por meio da utilização do software e posteriormente será feita uma entrevista e as respostas serão anotadas pela graduanda. Os dados coletados durante o estudo destinam-se estritamente a atividades de pesquisa relacionadas à análise qualitativa do modelo matemático, não sendo utilizados em qualquer forma de avaliação profissional ou pessoal. Serão tomadas todas as providências necessárias para garantir a não divulgação da identidade dos participantes na pesquisa. Se o (a) Sr(a) aceitar participar, estará contribuindo para a conclusão do trabalho de conclusão de curso **Modelagem Tecnomatemática da Dinâmica de Mudança do Peso Corporal em Humanos Adultos**.

Se depois de consentir em sua participação o Sr (a) desistir de continuar participando, tem o direito e a liberdade de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, seja antes ou depois da coleta dos dados, independente do motivo e sem nenhum prejuízo a sua pessoa. O (A) Sr (a) não terá nenhuma despesa e também não receberá nenhuma remuneração. Para qualquer outra informação, o (a) Sr (a) poderá entrar em contato com a aluna de graduação pelo telefone (31) 99700-6979 ou e-mail: [ariadneare@gmail.com](mailto:ariadneare@gmail.com).

Consentimento Pós-Informação

Eu, \_\_\_\_\_,  
fui informado sobre o que o pesquisador quer fazer e porque precisa da minha colaboração, e entendi a explicação. Por isso, eu concordo em participar do projeto, sabendo que não vou ganhar nada e que posso deixar de participar quando quiser. Este documento é emitido em duas vias que serão ambas assinadas por mim e pelos pesquisadores, ficando uma via com cada um de nós.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do (a) participante

\_\_\_\_\_  
Assinatura do (a) Aluno (a) de Graduação